112 f. ~~XIV.~~ ss.

Pleys...
o. 112.

Vilyo 29/7 36.

10

Versuch
einer
vollständigen systematischen
Geschichte
der
galvanischen Electricität
und
ihrer medicinischen Anwendung.

Von

Dr. Friedrich Ludwig Augustin.

Berlin,
in der Felischischen Buchhandlung,
1803.

STAATSBIBLIOTHEK
BAMBERG

Verbesserung.

Seite 14 Anm. *) füge hinzu: Sulzers Theorie der augenehmen und unangenehmen Empfindungen in der Sammlung vermischter Schriften zur Beförderung der schönen Wissenschaften und freien Künste, 1r Bd. 1s St. Berl. 1762 S. 82., auch in Sulzers vermischten Schrifteu, Leipz. 1773 8. S. 57.

V o r r e d e.

Bei der günstigen Aufnahme, die meiner vor anderthalb Jahren erschienenen Abhandlung „vom Galvanismus und dessen medicinischer Anwendung" zu Theil ward, darf ich mir vielleicht von der gegenwärtigen gänzlichen Umarbeitung derselben um so mehr dasselbe versprechen, je mehr ich bemüht war, ihr so viel Vollständigkeit zu geben, als unsere jetzige Kenntniſs dieses Gegenstandes gewährt. Sie enthält, wie man aus dem Inhalte ersehen kann, nicht blos das Historische der Bearbeitung der Lehre von der galvanischen Electricität, sondern eine möglichst vollständige gedrängte systematische Zusammenstellung alles Wissenswürdigen und bis jetzt Bekannten über dieselbe. Daher fürchte ich eben so wenig, mit andern Werken über die Geschichte des Galva-

nismus zu collidiren, als es mir zum Tadel gereichen kann, wenn ich irgend eine unbedeutende Abhandlung entweder geflissentlich übergangen oder übersehen haben sollte, sobald ich nur meinen erwähnten Zweck gröſstentheils erreicht zu haben mir schmeicheln darf.

Die Veranlassung zu jener frühern Abhandlung fand ich in dem mir damals mitgetheilten Wunsche mehrerer Aerzte, eine genügende Nachricht von demjenigen zu erhalten, was Physiker und Aerzte über den medicinischen Gebrauch der galvanischen Electricität beobachtet hatten, und in meiner eigenen Bekanntschaft mit dem Gegenstande selbst, die sich auf mehrjähriges Studium der hieher gehörigen Schriften und auf eigne Versuche und Beobachtungen gründete. Was ich in derselben aufstellte, waren theils theoretische Beweise für die nützliche Anwendung der galvanischen Electricität in Krankheiten, theils eine kurze Geschichte der in Rücksicht auf die galvanische Electri-

cität gemachten Entdeckungen, theils endlich Vorschläge, wie man die galvanische Electricität in Krankheiten anwenden könne, wobei ich mich in denen Puncten, wo ich aus Erfahrung sprach, auf eigene, nicht auf fremde Beobachtungen verlassen konnte. Hiedurch belehrt, hielt ich es für Pflicht, an mehreren Stellen gegen die übertriebenen Gerüchte zu protestiren, welche der Hang zum Wunderbaren in öffentlichen Blättern über die Wirkung der galvanischen Electricität gegen Krankheiten verbreitete, und denen bis dahin keiner widersprochen hatte.

Ungeachtet es nun hiebei auf keine Weise meine Absicht seyn konnte, irgend Jemand zu kränken, ich auch sowohl in meiner Ueberzeugung als in dem Urtheile mehrerer achtungswerther Männer keinen Grund fand, weshalb ich durch jene Schrift zu irgend einer Unzufriedenheit Anlaſs zu geben befürchten durfte, so muſste ich doch zu meinem Befremden bemerken, daſs ich mich hierin geirrt hatte. Hr. Dr. Grapengie-

ſser, der sich zu eben der Zeit mit Versuchen über die Einwirkung der galvanischen Electricität beschäftigt hatte, fand für gut, meiner Schrift eine ganz andere Tendenz unterzuschieben, als ich mir bei ihrer Anfertigung gedacht hatte, nämlich die Absicht, eine Beschreibung der bei seinen Versuchen angewandten Methode zu liefern.

Ohne zu untersuchen, in wiefern etwa die, den einfachen Conductoren nachstehende, Application gewisser Bandagen den Namen einer Methode verdiene, kann ich zur Widerlegung dieser mir untergeschobenen Absicht nur versichern, daſs es mir nie eingefallen ist, die sogenannte Methode des Hrn. Grapengieſser zu schildern und daſs ich dieselbe, wenn ich sie auch gekannt hätte, nicht erwähnt haben würde, theils weil ich mich im historischen Theile meiner Schrift blos an das bereits öffentlich Bekannte und Bewährte halten und auf das, was ich vom Hörensagen hatte, keine Rücksicht nehmen konnte, theils und hauptsächlich, weil es

mir nie einfiel, dem Hrn. Grapengiefser in der eignen versprochenen Bekanntmachung seiner Methoden vorzugreifen.

Des letzten Umstandes wegen hielt ich es auch für unnöthig, Hrn. Gr. selbst um seine Methode zu befragen, welches mir jetzt um so angenehmer ist, da ich sehe, wie leicht es derselbe mit der Beschuldigung eines an ihm begangenen Plagiats nimmt. — Da ich insonderheit die Instrumente des Hrn. Gr. nie gesehen hatte, so befremdete mich vorzüglich die so ganz aus der Luft gegriffene Beschuldigung in der Vorrede seiner Schrift, als hätte ich seine durch einen dritten (Hrn. Heymann) geliehenen Instrumente abbilden lassen. Ich befragte daher diesen um den vermuthlichen Ursprung dieser Unwahrheit, und erfuhr, dafs er einst ein Instrument vom Hrn. Gr. geliehen habe, um für einen auswärtigen Arzt danach arbeiten zu lassen, aus welchem Umstande demnach durch eine seltene Ideencombination des Hrn. Gr. jene ungegründete Beschuldigung

entstand. Zwar ist der Zusammenhang dieser Sache Hrn. Gr. bereits von gedachtem Hrn. H. schriftlich erklärt. Sollte dieses aber nicht hinreichend seyn, so will ich zum Beweise gegen seine ohne Beweis aufgestellte Behauptung auf das Zeugniſs des Mechanikus Zacharias hieselbst provociren, mit welchem ich die zweckmäſsigste Einrichtung der zur Application der galvanischen Electricität damals bequem geschienenen Instrumente überlegte, und welcher dem Kupferstecher von jedem eine anschauliche Idee machte. — So wenig dies fürs Publikum gehört, so sehr fühle ich mich dennoch durch Hrn. Gr. erstes Verfahren gezwungen, das wahre Verhältniſs dieser Sache kürzlich darzulegen, und hoffe demnach, daſs man bei meiner Versicherung über die eigentliche Tendenz jener Abhandlung auch meine Protestation gegen sein über dieselbe gefälltes Urtheil ganz billig finden werde. Denn wenn es nie meine Absicht war eine Beschreibung der sogenannten Me-

thode des **Hrn. Gr.** zu liefern, so kann diese weder richtig noch unrichtig ausgefallen seyn und das Anathem über jede vor der seinigen erschienene Schrift vom Galvanismus d a r u m auszusprechen, weil sie noch keine Beschreibung seiner Methode enthält, wird Hrn. Gr. doch wohl nicht beifallen. Einige einzelne Erinnerungen, welche Hr. Gr. in der Schrift selbst als Gründe für sein Urtheil aufzustellen scheint (bei denen es leider oft heifsen kann: si acuisses etc.) wird man in gegenwärtiger Schrift nach Verdienst gewürdigt finden.

Was die von mir angenommene Benennung, galvanische Electricität, betrifft, so glaube ich, wird man dieselbe gerechtfertigt finden, wenn man auf der einen Seite die von Volta u. a. erwiesene Identität zwischen der galvanischen und der vorher bekannten Electricität, auf der andern hingegen auch das Verdienst Galvani's um die Entdeckung dieser ihrer besondern Erregungsart bedenkt. Der letztere hielt den Metallreiz selbst nicht

einmal für ein neues Wesen, und der Name Galvanismus war der unpassenste für denselben. Doch, in verbis simus faciles, wenn es uns nur gelingen möchte, tiefer in die Natur der Sache zu dringen.

Was die medicinische Anwendung der galvanischen sowohl als der durch Reibung erzeugten Electricität betrifft, so glaube ich dreist behaupten zu können, daſs es uns eigentlich so lange gänzlich an einer rationellen Bestimmung derselben und ihrer Principien fehlen wird, als wir nicht tiefer in die bei Krankheiten vorfallenden Mischungsveränderungen sowohl, als in die Kenntniſs der der electrischen Thätigkeit zum Grunde liegenden Stoffe eindringen. Blinde Versuche können und werden zwar zufällige Aufschlüsse gewähren, aber bestimmte und gegründete Indicationen kann und wird der Arzt nur aus der allgemeinen Physik sowohl als der des Menschenkörpers insbesondere schöpfen. Geschrieben im November 1802.

Inhalt.

Einleitung, S. 1 — 11. Abhängigkeit des thierischen Lebens und der Gesundheit von den Mischungsveränderungen feiner Stoffe im Organismus. — Bisher angewandte eindringende örtliche Mittel zur Heilung von Krankheiten in den Nerven. Electricität. Verhältnifs der durch Reibung erzeugten Electricität zur galvanischen.

Geschichte der galvanischen Electricität. Kurze Wiederholung der vorzüglichsten Entdeckungen in der Electricitätslehre, S. 12 — 13. Entdeckung der galvanischen Electricität durch Galvani, S. 15—18. Versuche und Meinungen von Valli, S. 19. Volta, S. 20. Ackermann, Gren u. a. S. 22. Erste Idee der Verstärkung galvanischer Action, S. 23. Versuche von Sömmering, Behrends, Fontana, Fowler, Creve, Klein, Pfaff, Aldini, von Humboldt u. a. S. 24 — 33. Volta's und von Humboldt's genaue Bestimmung der Bedingungen des Galvanismus, S. 33 — 36. Ritters wichtige Resultate aus den galvanischen Versuchen, S. 37 — 40. Erster Beweis einer galvanischen Action in der unorganischen Natur, S. 41 — 44. Volta's Erfindung des Electromotors, S. 45 — 48. Entdeckung der Gasentwickelung durch die Einwirkung desselben, S. 49 — 53. Vol-

ta's Versuche zu Paris, S. 54 — 55. Pfaffs und van Marums Versuche, S. 56.

Construction des Electromotors. Denselben constituirende feste Theile, S. 57 — 58. Flüssigkeiten, S. 59. Das Gestell, verschiedene Apparate hiezu, S. 60 — 64. Application der Feuchtigkeiten, S. 65. Oersted's Batterie, S. 66. Construction des Electromotors in Ansehung des Schichtens der Platten, nach Volta, englischen u. deutschen Physikern, S. 70—72. Richtige Ansicht und darauf sich gründende Construction des Electromotors, S. 72 — 74. Bedingungen der Existenz, Beschaffenheit und Stärke galvanischer Thätigkeit im Electromotor, S. 74 — 85. Anweisung zur Construction des Electromotors, S. 85 — 86. Verstärkung desselben durch Vermehrung der Platten, S. 86, durch Isolation, S. 87, durch gröſsere Oberfläche der Metallplatten, S. 88 — 94.

Wirkungen des Electromotors auf unbelebte Stoffe. Wichtige Vermuthungen. S. 94 — 95. Versuche zum Beweise der Luftzersetzung durch den Electromotor, S. 96. Zersetzung des Wassers, S. 97, und der ihm beigemischten Körper, S. 100. Ursachen der Gaserzeugung aus dem Wasser, S. 101 — 110. Funken und Oxydation der Metalle durch Einwirkung des Electromotors, S. 110 — 111. Anziehen und Abstoſsen dünner Dräthe, S. 112.

Erscheinungen, welche sich bei der Einwirkung des Electromotors auf die Organe thierischer Körper und auf organische Stoffe zeigen. Wirkung der verstärkten galvanischen Electricität auf Wein, Bier, Urin, Eiweis, Eidotter, Samenfeuchtigkeit, Galle, Gallensteine, Blasensteine, todtes thierisches Fleisch, S. 113 — 116, auf Vegetabilien, S. 117, Frösche, S. 118. Wirkung auf den menschlichen Körper im Allgemeinen, S. 118 — 121, auf die Muskelreizbarkeit, S. 121 — 124, auf Membranen, S. 124 — 127, auf die Nerven und Sinnorgane, S. 127-129. Wirkungsart der beiden Pole des Electromotors in den Momenten des Schlieſsens und Trennens, S. 130. Qualitative Verschiedenheiten, S. 131 — 132. Ver-

schiedenheit der intensiven Stärke der Einwirkung beider Pole bei ihrer Verbindung mit dem Hirn- oder Organende des Nerven, S. 133 — 136. Einfluſs geschlossener galvanischer Ketten auf die thierische Reizbarkeit, S. 137 — 139. Einwirkung eines Pols ohne Schlieſsung der Kette, S. 140. Leitende Athmosphäre des Electromotors, S. 141.

Theorie der galvanischen Electricität. Volta's Theorie, S. 142 — 168. Zweifel über die Möglichkeit der Construction eines Electromotors aus blos festen Körpern, S. 169. Erklärte Wirkung der Säuren und Salze im Electromotor, S. 170 — 173. Beweis für die Identität der galvanischen Electricität und der durch Reibung erzeugten durch die Betrachtung der Analogien und Differenzen beider in einzelnen Phänomenen S. 174 — 191. Allgemeine Resultate aus Volta's Theorie der galvano-electrischen Erscheinungen. Richtige Bestimmung der Pole des Electromotors, S. 191. Bestimmung der Richtung des electrischen Stroms beim Uebergange durch organische Körper u. s. w., S. 192. Lehots Theorie der Einwirkung galvanischer Kettenverbindungen auf organische Theile, S. 194 — 195. v. Arnims Reduction derselben auf Wärmeentwickelung, S. 197. Gegengründe, S. 198. Chemische Erklärungen der electrischen Phänomene, S. 200. Brugnatelli's electrische Säure, S. 201. Schellings Erklärung der electrischen und galvanischen Erscheinungen, S. 202 — 207. Schellings Deduction der Erregbarkeit, S. 208 — 216. v. Arnim's Vermuthungen über die Wirksamkeit einer innern organischen Thätigkeit im Körper, S. 213.

Medicinische Anwendung der galvanischen Electricität. Theoretischer Beweis für die Wirksamkeit der letztern auf unsere Organe, S. 213 — 214. Geschichte des medicinischen Gebrauchs derselben, S. 215 — 218. Nöthige Erinnerungen über die hieher gehörigen Beobachtungen, S. 219 — 220. Allgemeine Erfahrungen über die Wirkungen der Anwendung der galvanischen Electricität, S. 221 — 223. Vorschriften und Kurregeln bei ihrer Anwendung, S. 223 — 234.

Allgemeine Bestimmung der damit zu behandelnden Krankheiten, S. 235 — 236. Besondere Bestimmung derselben. Allgemeine Krankheiten. Scheintod, S. 237 — 240. Allgemeine Nervenkrankheiten, S. 240. Directe Asthenie, spastische Krankheiten, S. 241 — 244. Amenorrhöe, S. 244. Andere Krankheiten, S. 245. Oertliche Krankheiten. Hemiplegie und Lähmung einzelner Extremitäten, S. 247. Schwäche des Gesichts, S. 256. Amaurosis, S. 257. Augenentzündung, S. 258. Verlust des Geruchs und Geschmacksinns, S. 258. Schwerhörigkeit und Taubheit. Beispiele, S. 259. Indicationen zum Galvanisiren, Sensibilitätsmangel, S. 263. Sausen, S. 264. Application der galvanischen Electricität in den äufsern Gehörgang, S. 266. Hrn. Sprengers Methode, S. 268. Application am processus mastoideus, S. 271, an die tuba Eustachii, S. 272. Gehörmesser, S. 273. Rheumatismus und Gicht, S. 273. Aphonie und Heiserkeit, S. 274. Asthenische Geschwülste, S. 275. Gehemmter Tripperausflufs, S. 277. Blasenstein, ebendas. Knotige Lungenschwindsucht, S. 279. Dr. Tittmanns Ideen über die Natur des galvanischen Agens und eine rationelle Anwendung desselben in Krankheiten, S. 279 — 284. Verzeichnifs der Abbildungen, S. 285.

Einleitung.

Es ist eine dem Physiologen längst bekannte Wahrheit, daſs die mannigfaltigen Erscheinungen, welche sich im thierischen und vorzüglich im menschlichen Körper ereignen, nicht bloſs nach den gewöhnlichen Gesetzen der Mechanik und Hydraulik, wie sie in der todten Natur statt finden, erklärt werden können, sondern daſs das Leben in einer höchst zusammengesetzten Wirksamkeit gewisser Stoffe bestehe, welche durch ihre abwechselnden Verbindungen und Zersetzungen die Fortdauer desselben erhalten, Ernährung und Wachsthum des Körpers befördern und überhaupt alle diejenigen Phaenomene, welche der Organismus dem aufmerksamen Forscher darbietet, veranlassen. Durch diese höchst

zusammengesetzte Wirksamkeit gröberer und feinerer Stoffe, einem animalisch-chemischen Processe ganz eigner Art, wird der thierische Körper gegen alle Eingriffe der Gährung und der Fäulniſs, als Gesetze, welche in der todten Natur durchgängig statt finden, vollkommen geschützt, insonderheit aber der menschliche Körper geschickt gemacht, eine Reihe von Jahren den Einwirkungen der äuſsern ihn umgebenden Gegenstände so zu widerstehen, daſs diese ihm anstatt zu schaden im Gegentheil zn nothwendigen Reizen und zur Unterhaltung seines Lebens dienen müssen.

Höchst wahrscheinlich ist es daher auch, daſs bei diesem Wechsel der Mischungsverhältnisse, der von dem in der unorganischen Natur vorgehenden so sehr verschieden ist, Stoffe ganz eigner und feinerer Art wirksam sind, die zur Erhaltung des Lebens das meiste beitragen, und durch ihr Verhältniſs zu einander den gegenwärtigen Zustand des organischen Körpers bestimmen. Denn ist ihr Verhältniſs zu einander normal, wird ihre gehörige Mischung durch nichts gestört, überwiegt keiner derselben die übrigen in ihrer gehörigen Proportion, so gehen alle Functionen des Körpers ihrem Zweck gemäſs mit Leichtigkeit vor sich und der Organismus ist g e s u n d. Wird hingegen, was bei der

so grofsen Mannigfaltigkeit ihrer Verbindungen und vorzüglich bei der verschiedenen oft nachtheiligen Einwirkung äufserer Gegenstände auf diese leicht geschehen kann, jener Normal-Zustand im Verhältnisse der feinern Bestandtheile des Körpers gestört, so müssen hieraus auch Unordnungen in den natürlichen Verrichtungen entstehen, die wir unter dem allgemeinen Namen der innerlichen Krankheiten begreifen, deren Wesen und nächste Ursache wir aber nicht genau kennen, weil uns schon die feinern zum Leben wirksamen Stoffe selbst, und ihre Verbindungen unter einander gröfstentheils unbekannt sind, daher wir uns hier begnügen müssen, aus den in die Augen fallenden Wirkungen auf jene Störungen selbst zurückzugehen und z. B. aus denen bei der Entzündung sich ereignenden Zufällen auf schnellere Mischungsveränderungen der Lebensstoffe zu schliefsen. Wir halten uns daher an den Zustand der Erregung, d. h. an den jedesmal vorhandenen Grad der stärkern oder schwächern Rückwirkung des im Körper wahrnehmbaren Vermögens der Erregbarkeit und schliefsen von der mehreren oder mindern Heftigkeit dieser Reaction auf Beschleunigung oder Aufenthalt in den erwähnten animalisch-chemischen Processen.

Es giebt eine Menge von Krankheiten, bei denen wir, ohne irgend eine sinnlich-wahrnehmbare Ursache entdecken zu können, die heftigsten Störungen in den Verrichtungen der wichtigsten Organe des menschlichen Körpers, den Organen des Empfindungs- und Bewegungsvermögens, beobachten, so daſs diese entweder mit zu groſser Heftigkeit und Stärke oder nur schwach und unvollkommen vor sich gehen, oder wohl gar in einem Theile gänzlich unterdrückt sind. Will der Arzt disse Zufälle heben, so muſs er Mittel besitzen, welche auf die der Erregbarkeit zum Grunde liegenden feinern in den Nerven thätigen Stoffe unmittelbar zu wirken, ihre zu groſse Beweglichkeit zu besänftigen, ihre verminderte Thätigkeit zu beleben oder ihre gänzlich verlohrene Wirksamkeit wieder herzustellen vermögen. Die zu diesem Behuf empfohlenen innerlichen Mittel wirken zunächst auf die Nerven des Magens und vermittelst dieser auf die gesammte Erregbarkeit des Körpers ohne ihre Wirksamkeit auf einzelne mit irgend einer Krankheit dieser Art behaftete Organe einzuschränken, sind also, wenige ausgenommen, bei örtlichen Fehlern in der Erregung einzelner Organe unwirksamer, als bei allgemeinen, dahingegen die äuſserlich anzuwen-

denden pharmacevtischen Mittel ihre Wirksamkeit nur auf die äuſsere Oberfläche der Haut und die zunächst darunter gelegenen Theile beschränken, keineswegs aber auf die tiefen und gröſsern Nervenstämme erstrekken. Daher schien es den Aerzten jederzeit eine Sache von der gröſsten Wichtigkeit zu seyn, Mittel zu entdecken, von deren tieferer Einwirkung und unmittelbarem Einflusse auf die Nerven man sich wegen ihrer Analogie mit jenen feinern im Organismus thätigen Stoffen gröſsern Erfolg versprechen dürfte. Hippocrates empfahl zu diesem Behuf das Feuer und erklärte die Krankheiten, welche dieses nicht heilen könnte, für unheilbar *). Paracelsus rühmte sich, ein solches Mittel im Magnet gefunden zu haben **), und im letztverflossenen Jahrhundert suchte und entdeckte man in der Electricität ein vorzügliches Heilmittel dieser Art, welches Fridr. Pivati, Nollet und Kratzenstein zuerst und nach ihnen sehr viele Aerzte mit gutem Erfolg anwandten.

*) Quaecunque non sanant medicamenta, ea ferrum sanat. Quae ferrum non sanat, ea ignis sanat. Quae ignis non sanat, ea incurabilia putare oportet. Aphor. VI. sect. VIII.

**) Philosophiae Theophrasti Paracelsi Tract III. s. dess. Werke von Huser Tom. I. pag. 313. u. a. a. O.

Unstreitig hat auch nächst dem Wärmestoff, dem mächtigsten, eindringendsten und nothwendigsten Reizmittel unsers Körpers, das Princip der Electricität an dem Mechanismus der Empfindungen und Muskelbewegungen den gröſsten Antheil. Die Analogie, welche zwischen den Wirkungen der Electricität und den Aeuſserungen der Nervenkraft statt findet, ist so auffallend und wichtig, daſs mehrere Physiologen aus Gründen behaupteten, der Nervensaft oder das in den Nerven Wirksame sei electrischer Beschaffenheit.*) Wenigstens gehört sehr wahrscheinlich zur Totalsumme des zum Leben nothwendigen Incitaments auch ein gewisser Vorrath von eigenthümlicher sowohl als Luftelectricität. Die Schwere und Mattigkeit, welche wir bei trübem Himmel oder schwüler Luft empfinden, und welche offenbar eine erlittene Veränderung der Gewalt des Incitaments anzeigen, rührt unstreitig davon her, daſs der Organismus einen Theil von seiner eignen Electricität verliert, welche den Gesetzen des Gleichgewichts folgend an die Luft übergeht; denn das Electrometer zeigt bei bewölktem Himmel, groſser Hitze und

*) M. s. z. B. Kühn in seiner Geschichte der Electricität. Zweiter Bd. S. 25 flg.

während des Regnens immer die schwächste Electricität, dahingegen bei ganz hellen Tagen die Luft einen Ueberfluſs an positiver Electricität enthält. *) Nicht ohne Wahrscheinlichkeit ist Bertholons Behauptung, daſs man die mehresten Krankheiten theils vom Ueberfluſs, theils vom Mangel der athmosphärischen Electricität ableiten könne, ja daſs nach einer gewissen Wechselbeziehung zwischen dem Mondwechsel und der athmosphärischen Electricität die Menge und Energie dieser letztern eben so von den Veränderungen des Mondes abhange als die übrigen Witterungsveränderungen in Hinsicht der Temperatur und Luftdichtigkeit, und daſs z. B. die häufigen Rückfälle der Fieber von der veränderten Electricitätssumme der Athmosphäre und ihrem veränderten Einfluſs auf den Körper entstünden. Mit vieler Zuversicht konnte man also in der Electricität ein Mittel zu finden hoffen, durch dessen künstliche Anwendung die Totalsumme der Erregung im organischen Körper vermehrt, und durch dessen Entziehung (wenn anders die bisher dazu angewandten Methoden **) hin-

*) S. Cavallo treatise on Electricity Vol. II. pag. 42. v. Humboldt Versuch über die chemische Zerlegung des Luftkreises. Braunschw. 1799.

**) S. vom negativen electrischen Bade in Kühns Geschichte der Electr. Zweiter Bd. S. 91.

reichend wären) sie vermindert werden könnte, Man versuchte sie daher auf mancherlei Art, und die trefflichen Wirkungen derselben in einzelnen Fällen entsprachen vollkommen der Erwartung, die man von ihr hegte *).

Um die Electricität zur Behandlung und Heilung der Krankheiten anzuwenden, bediente man sich vorzüglich folgender Methoden: 1) Des electrischen Bades, 2) des Funken-

*) Unstreitig muſs man zu den glücklichen Kuren durch die Elektricität auch diejenigen rechnen welche man von den perkinſchen Nadeln und dem Magnete rühmt. Denn die Wirkungsart jener ist theils mechanisch, theils aber auch electrisch, da Metallnadeln als die stärksten Electricitätsleiter die Electricität der schmerzenden Theile entweder zuführen oder ableiten und die Erſcheinungen des Magnetismus sind in so vielen Stücken mit denen der Electricität übereinstimmend, daſs man sie auch für gleichwirkend halten muſs. Ich beziehe mich hier auf Schellings scharfsinnige Untersuchungen (ſ. vorzügl. dessen Zeitschr. für speculative Physik zweit. Bd. zw. Heft §. 68 — 89) auf von Arnims, Lüdikens (s. Gilberts Annalen der Physik IV Bds 4 St.) und vorzüglich Ritters (s. dess. Beitr. zur nähern Kentniſs des Galvanism. zw. Bd. erst. St. S. 55 — 165) Versuche und Entdeckungen. Die letztern errichteten aus vielen kleinen Magnetstangen eine Art voltaischer Batterie, deren Wirkung auf ein in die Kette gebrachtes Wasser in Ansehung der Luftentwickelung dem Electromotor oder der voltaischen Säule fast gleich kam. Auch der thierische Magnetismus beruht wahrscheinlich auf einem Uebergang der Electricität aus einem Körper in den andern, da die Metalle eine so groſse Wirkung auf die magnetisirten Personen äuſsern. s. Heinecke vom thier. Magnetismus.

ziehens, 3) der Erschütterungen und 4) des Einströmens. — Das electrische Bad besteht in einer Anhäufung der Electricität im isolirten Körper, aus welchem man alsdann auf den kranken Theilen Funken ziehen kann. Bei der Erschütterung wird die Electricität, die man in der kleistischen Flasche angehäuft hat, in einem Augenblicke durch die Theile hindurchgeführt, welche man ihren Wirkungen unterwerfen will. Das Einströmen besteht in einem sanften und ununterbrochnen Strom der electrischen Materie durch die leidenden Theile. Cavallo war der erste, welcher die letztere Methode vorzüglich empfahl und durch glückliche Erfahrungen bewies, dafs der auf diese Art bewirkte Umlauf der Electricität durch die kranken Theile das kräftigste Heilmittel sei. Man leitet hiebei entweder die Electricität von dem Conductor der Electrisirmaschine durch einen Drath nach dem zu electrisirenden Gliede hin und auf der andern Seite desselben durch einen spitzen Metallstab hinaus, oder man läfst sie umgekehrt durch eine Metallspitze einströmen, und durch einen Drath hinausleiten. In beiden Fällen kann nur durch einen starken Strom der Electricität etwas ausgerichtet werden, daher auch Cavallo selbst anrieth, sich bei dieser Ope-

ration nur einer grofsen, kräftigen Maschine zu bedienen, durch welche ein mächtiger Strom freier Electricität ununterbrochen erzeugt und erhalten werde. Alsdann sei diese Methode den vorher angezeigten an Wirksamkeit und Heilkraft weit überlegen. Da aber selbst bei der gröfsten Electrisirmaschine höchst wahrscheinlich der Strom nicht anhaltend und stark genug ist, dafs man davon eine beträchtliche Wirkung erwarten dürfte, so kommt es darauf an, einen Apparat zu erhalten, durch den wir das fortdauernde Einströmen der Electricität gehörig erhalten und befördern könnten, in welchem also eine ununterbrochene Erzeugung einer grofsen Quantität derselben statt fände. Dafs dieses bei der galvanischen Electricität und vorzüglich bei der Wirkung des Electromotors oder der voltaischen Säule, deren Ladung sich augenblicklich wieder herstellt, statt finde, hat Volta, wie ich im Folgenden zeigen werde, bewiesen, und hierin liegt der Grund, warum man mit Recht von der medicinischen Anwendung der galvanischen Electricität mehr Nutzen erwarten konnte, und wirklich beobachtete als von der wie bisher durch Reibung erzeugten Electricität. Es mufs also die Kenntnifs derselben ein doppeltes Interesse für den Arzt haben, da

sich ihm aufser dem subjectiven Gewinn der Erweiterung des menschlichen Wissens hierin noch ein Mittel darzubieten scheint, von dem er die Erleichterung und Heilung vielfältiger und tief verborgener Krankheiten, welche den übrigen bekannten Waffen der Arzneikunst widerstanden, hoffen darf.

Geschichte des Galvanismus.

Die Geschichte des Galvanismus schliefst sich unmittelbar an die der Electricität an oder bildet vielmehr nur einen Theil derselben, da sie die Entstehung und die Fortschritte unserer Kenntnifs einzelner electrischer Phänomene und denselben entsprechender Theorien angiebt. Ich müfste also in diesem Abschnitt die Geschichte der Electricitätslehre vortragen, wenn ich nicht theils die Kenntnifs derselben voraussetzen dürfte, theils auf wichtige und vollständige Quellen derselben verweisen könnte. *) Ich begnüge mich daher, nur kürzlich zu wiederhohlen, dafs die Kenntnisse der Physiker von der

*) Jos. Priestley Geschichte der Electricität übersetzt von Krünitz. Berl. 1772. 4. Kühn's Geschichte der medic. und physicalischen Electricität. 2 Thle. Leipz. 1783. Imhof was hat die Arzneikunde von den Bemühungen für die Anwendung der Electricität auf Kranke gewonnen. München 1796. 4.

Electricität noch im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts blos auf zwei Erscheinungen, auf die Attraction und Repulsion beschränkt waren, daſs Dufay *) zuerst durch seine Annahme der zweierlei Arten von Electricität, der Harz- und Glaselectricität, den Grund zu beständigen Gesetzen bestimmte, denen diese Erscheinungen unterworfen sind, daſs Franklin **) in der Folge seine Theorie von der Einheit der Electricität und ihren blos in der Quantität verschiedenen Modificationen, der positiven und negativen Electricität aufstellte, der sich alle die so sehr vervielfältigten Erscheinungen, selbst die Wirkung der (1745 erfundenen) kleistischen Flasche glücklich anpassen lieſsen, daſs Aepinus ***) den vollständigen Beweis für sie lieferte, indem er sie dem Calcul unterwarf und vermittelst der Analysis zu den Erscheinungen gelangte, welche Volta so glücklich auf den Condensator und Electrophor ange-

*) Mémoires de l'academie royale des sc. de Paris an 1733. C. de Cisternay du Fay Versuche und Abhandlungen von der Electricität der Körper. Erfurt 1745.

**) Franklin new experiments and observations on Electricity made at Philadelphia 1770.

***) Dessen verschiedene Abhandlungen über die Electricität s. in Krünitz Verzeichnisse der Schriften über die Electr. S. 14-16.

wandt hat, daſs Coulomb das Gesetz der electrischen Attraction und Repulsion durch genaue Versuche bestimmte, welches sich an das Gesetz des Magnetismus anschlieſst und das nämliche ist, wonach sich die Anziehung der Himmelskörper richtet, und daſs endlich die galvanischen Phaenomene erschienen, deren Geschichte wir unserm Zwecke gemäſs genauer und umständlicher verfolgen müssen.

Will man die Entstehung einer Wissenschaft nicht von der ersten zusammenhängenden Theorie derselben an rechnen (wie es doch wohl der Begriff einer Wissenschaft eigentlich erforderte), sondern von der ersten Entdeckung irgend eines Phänomens, welches einige Aufklärungen über dieselbe geben konnte, so müſste man den Ursprung der Lehre vom Galvanismus weiter als gewöhnlich hinaussetzen. Denn schon in einer im Jahre 1767 erschienenen Schrift des berühmten Sulzers *) findet man bereits eine Beobachtung, welche beweist, daſs die Wirkungen heterogener Metalle auf einander und auf unsere Organe, welche man jetzt der galvanischen Electricität zuschreibt,

*) Nouvelle Théorie des plaisirs. pag. 115.

nicht unbemerkt blieben. Es wird daselbst nämlich erwähnt, daſs wenn man eine Bleiplatte auf die Zunge und eine Silberplatte unter derselben lege, man bei der Vereinigung beider Platten einen eigenen sauern Geschmack empfinde. — Diese Bemerkung hätte allerdings zu fernern wichtigen Beobachtungen Anlaſs geben können. Allein auch hier zeigte es sich, daſs jede wichtige Naturerscheinung nur dann fruchtbar an wichtigen Folgen und nützlichen Resultaten zum Behuf der Wissenschaft werden kann, wenn sie einem unterrichteten und aufmerksamen Beobachter aufstöſst, der das Neue, Interessante und Folgereiche derselben einsieht; denn jene Beobachtung Sulzers blieb unbenutzt und ein Zufall anderer Art leitete den Geist der Naturforscher im letzten Jahrzehend erst auf die weitere Untersuchung eines so wichtigen Gegenstandes.

Aloysius Galvani, damals Professor der Arzneikunde zu Bologna, zergliederte im Jahre 1791 einen Frosch in einem Zimmer, worin sich zugleich einige andere Personen mit electrischen Versuchen beschäftigten. In dem Augenblicke, da er einen Nerven des Frosches mit seinem Scalpell berührte, zog jemand einen Funken aus einer entfernten electrischen Kette und sogleich ward der

ganze Körper des Frosches convulsivisch zusammengezogen. Galvani nahm wahr, dafs dieses Zusammenziehen allemal statt fand, wenn er das Scalpell an der Klinge hielt und die Nerven damit berührte, während er mit der andern Hand den Körper des Frosches fafste, oder wenn der Nerv mit einem andern guten bis zum Boden reichenden Leiter in Verbindung stand, — dafs es hingegen ausblieb, wenn er sein Messer am knöchernen Griff, als einem schlechten Electricitätsleiter, fafste, oder sonst den Nerven isolirte. Diese Erscheinungen, welche unstreitig in dem aufgehobenen Gleichgewicht zwischen den beiden Electricitäten der leitenden Körper und in der plötzlichen Herstellung des Gleichgewichts durch das Funkenziehen ihren Grund hatten, schrieb Galvani zuerst der Einwirkung der Luftelectricität zu und suchte dem zu Folge durch mehrere Versuche die Einwirkung der athmosphärischen Electricität auf die thierische Reizbarkeit zu erforschen. Zu diesem Behuf liefs er einen in den Rückgrad eines Frosches gesenkten Drath von seinem Hause herab, setzte zugleich einen andern im Boden befestigten Drath mit den Füfsen des Frosches in Verbindung und sah, dafs, sobald die Athmosphäre viel Electricität zeigte oder es blitzte,

starke Zuckungen im Frosche entstanden. Einst da er, um diese Versuche fortzusetzen, mehrere präparirte Frösche vermittelst metallener Häkchen an dem eisernen Gitter vor seinem Hause aufgehangen hatte und zufällig die metallenen Häkchen an das Gitter drückte, erfolgten schnelle Contractionen, die in diesem Falle mit der Luftelectricität offenbar in keiner Verbindung standen. Bei wiederhohlten Versuchen, welche Galvani hierauf auch im Zimmer anstellte, überzeugte er sich endlich, daſs jene convulsivische Bewegungen ohne alle künstliche Electricität erfolgten, wenn er nur zwischen die Muskeln der Thiere und den zu ihnen gehenden Nerven vermittelst zweier heterogener Metalle, die sich auf einem Puncte berührten, eine leitende Verbindung hervorbrachte, daſs also Zuckungen entstanden, sobald entblöſste Nerven oder Muskeln mit zweierlei zusammenstoſsenden Metallen berührt wurden, die aber sogleich aufhörten, wenn idioelectrische Körper, z. B. Glas, Harz, Seide, Oel, sich in dem leitenden Verbindungsbogen befanden. Eben so wie die Metalle, jedoch mit ungleich geringerer Heftigkeit bewirkten auch andere Leiter Zuckungen, z. B. Holz, ferner animalische Theile, als Muskelfibern, Knorpel, Nerven, Knochen und frische Haut, endlich

selbst Flüssigkeiten, z. B. Wasser, Blut, Lymphe und Urin, welche er in gekrümmten Röhren zwischen die Organe brachte.

Aus diesen auffallenden Erscheinungen folgerte nun Galvani etwas übereilt, es müsse in dem Thiere eine electrische Materie verborgen liegen, die sich in den Muskeln und Nerven am deutlichsten zeige und von welcher alle Muskelbewegungen des thierischen Körpers abhangen; und da in der Folge die nämlichen Versuche mit Säugethieren und Vögeln eben so, wie mit allen kaltblütigen Thieren auch die nämlichen Erscheinungen gaben, so glaubte Galvani dadurch überzeugend bewiesen zu haben, daſs in jedem Thierkörper sowohl positive als negative Electricität angehäuft sei, welche er unter dem Namen der thierischen Electricität begriff. Den Bau der Muskelfaser verglich er deswegen mit der sogenannten Leidner Flasche, welche inwendig negativ-electrisch sei, und den positiven Conductor mit dem Nerven, der die electrische Materie aus dem Gehirne zuführe. *)

Bei so frappanten Thatsachen, als Gal-

*) Aloysii Galvani de viribus electricitatis in motu musculari Comment. Bonon. 1791. übersetzt nebst einigen Schriften der Herren Valli, Carminati und Volta, von Mayer. Prag 1793.

vani über die von ihm sogenannte thierische Electricität bekannt machte, konnte es nicht fehlen, daſs mehrere Aerzte und Naturforscher diesen Gegenstand mit Eifer ergriffen und diese Phaenomene, welche zur Aufklärung vieler Erscheinungen der thierischen Oekonomie zu führen schienen, und deren Bedingungen durch mannigfaltige Versuche zu erläutern suchten. Eusebio Valli zu Pisa wiederhohlte die Versuche gleich nach Galvani's Entdeckung und noch in demselben Jahre, bestätigte sie durch vielfältige Versuche an Eidexen, Fischen, Vögeln, Hunden und Katzen, zeigte, daſs selbst das Opium und andere betäubende Dinge auf das Gehirn der Thiere angebracht, keineswegs die Receptivität gegen den Galvanismus zu schwächen im Stande seien und erweiterte die Kenntniſs dieser Phänomene dadurch, daſs er durch eine vielfache Verbindung mehrerer Frösche gleichsam eine groſse Kette darstellte, in der er durch den galvanischen Versuch Zuckungen in allen hervorbrachte, bei denen der Electrometer auch freie Electricität zeigte. Auch er hielt diese Erscheinungen für Wirkungen einer besondern, den thierischen Theilen inhärirenden Electricität.*)

*) Lettera del Dottore Eusebio Valli sull' Elet-

Mit diesem zugleich erweiterte auch Alex. Volta, damals Professor zu Pavia, welchem die Theorie der Electricität schon zuvor so viel zu danken hatte, die galvanische Entdeckung. Er bewies die zur Hervorbringung der erwähnten Phänomene nothwendige Heterogeneität der Leiter und ihre Einwirkung auch auf einzelne Theile aller Thierklassen (gewisse Insekten und Würmer als Regenwürmer, Blutigel, Schnecken, Austern und einige Raupen ausgenommen). Er zeigte durch Versuche an unpräparirten Fröschen, daſs die Entblöſsung der Nerven und Muskeln nicht durchaus nöthig sei, und daſs der Galvanismus wichtigen Einfluſs auf die Sinnorgane habe, indem er theils die oben (S. 15.) angeführte bereits länger bekannte, aber wieder in Vergessenheit gerathene Einwirkung zweier heterogener Metalle auf die Geschmacksorgane wieder auffand, theils die Entdeckung machte, daſs ein an den

tricita animale. Pavia 1792. Esprit des Journaux 1792. Novembre, auch im Journal de Physique und Grens Journal der Physik Bd. VI. 3tes Heft S. 382—402. Jahrgang 1792. Aufklärungen der Arzneiwissenschaft aus den neuesten Entdeckungen in der Physik und Chemie von Hufeland und Göttling. I u. II. St. Sämmtliche Abhandlungen des Valli, gesammelt in einem gröſsern englischen Werke: Experiments on animal electricity with their application to physiology by Euseb. Valli. Lond. 1794.

Augapfel geklebtes Stückchen Staniol mit einer im Munde gehaltenen Goldmünze, durch einen leitenden Drath in Verbindung gebracht, die Erscheinung eines Blitzes verursache. — In der Erklärung von diesen Erscheinungen aber wich Volta in sofern von den beiden erstern ab, daſs er zuerst behauptete: der Muskelreiz, den man anfänglich für den Hapttheil dieser Erscheinung hielt, und von einer den Muskeln inhärirenden eignen Art der Electricität ableitete, sei weiter nichts als eine electrische Wirkung, welche durch die wechselseitige Berührung der Metalle, die den erregenden Bogen bildeten, hervorgebracht würde, und der thierische Bogen, d. h. die in der wirksamen galvanischen Kette befindlichen gereizten Theile des Thieres, diene bei diesen Versuchen nur dazu, jenes Agens aufzunehmen und bemerkbar zu machen, sei aber gar nicht geschickt es zu erzeugen. Seitdem bemühte sich Volta fortdauernd, in seiner Theorie alle Erscheinungen auf eine einzige zurückzuführen, deren Wirklichkeit jetzt vollkommen bestätigt ist, nämlich auf die Entwickelung der metallischen Electricität durch die gegenseitige Berührung von Metallen. *) Diese

*) S. Volta's Abhandlungen über die thierische

so wie alle ihnen gleichwirkende Körper, zu denen, wie Volta zuerst entdeckte, die Holzkohle vorzüglich gehört, nannte man daher Excitatoren des Galvanismus.

In Deutschland wurden diese Versuche zuerst von Dr. J. F. Ackermann in Mainz *), Prof. Fr. Albr. Gren in Halle **) und Edmund Jos. Schmuck in Manheim ***) wiederhohlt, die sich ebenfalls von der Wichtigkeit und Wahrheit dieser Entdeckungen überzeugten, von den Folgerungen aber, die Galvani aus den Thatsachen gezogen und von den Erklärungen, die er davon für die Physiologie gezogen, gänzlich abwichen. Gren behauptete, daſs es noch zu früh sei, aus den bis dahin bekannten Thatsachen schon physiologische Erklärungen zu ziehen und verwarf den Namen: thierische Electricität, da er auf eine Ursache leite, deren Existenz nicht bewiesen sei. — Die Herren Proff.

Electricität im Giornale Fisico-medico del Sign. Brugnatelli. 1792 Alexander Volta's Schriften über die thierische Electricität, aus dem Ital. von Dr. Joh. Mayr Prag 1793. Grens Journal der Phys. Bd. VIII. S. 303.

*) Salzb. medic. chirurg. Zeitung. 1. Bd. 1792. S. 289. folg.

**) Dess. Journal der Physik, VIter Bd. 3tes Hft. S. 402 bis 410. Jahrg. 1792.

***) Schmuck Beiträge zur nähern Kenntniſs der thierischen Electricität. 1792.

Reil, Forster, Klügel und Weber, welche in Gemeinschaft mit Gren im Jahre 1792 die galvanischen Versuche zu Halle anstellten, fanden, daſs Zink und Silber sich unter allen Metallen am besten zur Erregung der Muskelbewegung schicke, und glaubten so wenig auf eine besondere thierische Electricität schlieſsen zu müssen, daſs sie vielmehr die durch Berührung verschiedener Metalle erregte Electricität, als den Reiz für die dagegen äuſserst empfindlichen Muskeln betrachteten. Als ein für die Geschichte des Galvanismus vorzüglich wichtiger Umstand verdient hier noch angemerkt zu werden, daſs man schon im Jahre 1792 auf die Verstärkung der galvanischen Action durch die Vermehrung ihrer Bedingungen dachte, und durch die Versuche hierüber der Erfindung der nachmals sogenannten voltaischen Säule sehr nahe kam. In einem Briefe von Robison an Fowler vom 28sten Mai 1792 in der unten anzuführenden Fowlerschen Schrift heiſst es S. 178 der deutschen Uebesetzung: „Ich hatte eine Anzahl von „Zinkstücken von der Gröſse eines Schillings „gemacht, und sie in eine Rolle von eben „soviel Schillingen gebracht. Ich finde daſs „diese Abwechselung in einigen Umständen „den Reiz beträchtlich vermehrt, und hoffe

„aus irgend einem solchen Grunde eine noch „gröſsere Verstärkung hervorzubringen. Wenn „die Seite der Rolle an die Zunge gebracht „wird, so daſs alle Stücke von ihr berührt „werden, so ist der Reitz sehr stark und un- „angenehm.“

Dr. Sömmering und Dr. Behrends in Mainz untersuchten die Einwirkung des Galvanismus auf die Nerven des Herzens, und fanden, daſs die galvanische Belegung der zum Herzen gehenden Nerven keine Veränderung in seiner Bewegung hervorbringe, wodurch sie ihre Theorie von der Verschiedenheit der Reitzbarkeit und der Nervenkraft, und vom Mangel der Herznerven zu unterstützen suchten. *) (eine Bemerkung, die Volta bei Wiederhohlung der Versuche nachher bestätigte, zugleich aber erwies, daſs das galvanische Reitzmittel an den Fleischfibern des Herzens unmittelbar angebracht, allerdings wirksam sei **).
Bisher hatten die mehresten derjenigen, welche

*) Behrends Diſſ. qua demonstratur cor nervis carere. Mogunt. 1792.

**) Voltas neue Abhandlung über die thierische Electricität in Briefen an Abbe Ant. Marin. Vasalli Prof. zu Turin aus dem Giornale fisico-medico (1794) übersetzt in Grens neuem Journal. Bd II. S. 141. Jahrg. 1795.

die galvanischen Versuche zuerst anstellten, vorzüglich die italienischen Aerzte, nach Galvani behauptet, daſs das Fluidum nerveum oder wie man die in den Nerven thätigen Stoffe nennen will, selbst völlig electrischer Natur oder einerlei mit der positiven Electricität sei, und nur durch die Berührung zweier verschiedener Metalle in Thätigkeit gesetzt werde, und eben daher hatten sie auch den Namen der thierischen Electricität für das Princip der galvanischen Erscheinungen beibehalten *).

Eine Streitigkeit, welche die der Theorie des Galvani entgegengesetzte Meinung Volta's von dem Ursachlichen der beobachteten Erscheinungen nach sich zog, veranlaſste vielfältige Versuche der Vertheidiger beider Meinungen. Felix Fontana **)

*) Dahin gehören Galvani, Valli, ferner Giovacchino Corradori (Lettre sopra l'elettricita animale scritte al Sre Felice Fontana Firenz 1793. 8. Lichtenberg (in Grens Journ. d. Phys. VI Bd. 3s Heft p. 414 und im göttinger Taschenkalender für 1794 S. 184 flg.) und Kielmayer (Versuche über die sogenannte animalische Electricität in Grens Journ. der Phys. VIII Bd. 1 St. S. 65) dahingegen Volta und Reil gleich Anfangs die galvanischen Erscheinungen mehr für eine Bereicherung der Electricitätslehre als der Physiologie hielten, und Gren sogar die Electricität von aller Wirksamkeit hiebei ausschloſs.

**) Im Giornale fisico-medico per servir di segui-

machte sogar die Identität des Galvanismus und der Electricität zweifelhaft, und Rich. Fowler *) bewies gegen Valli mit vieler Gründlichkeit, dafs man mit Unrecht die galvanischen Erscheinungen auf Rechnung einer eigenthümlichen Electricität schreibe, ja dafs man wichtige Zweifel gegen die electrische Natur dieser Phaenomene überhaupt aufstellen könne. Gren und Fowler verwarfen daher die Benennung thierische Electricität. Volta **) substituirte ihr den Namen metallische Electricität, und Karl Caspar Creve ***) Prof. zu Mainz und Dr. Klein †) den des

ta alla bibliotheca fisica di Europa di Brugnatelli. Tom IV. pag. 131.

*) Experiments and observations relative to the iufluence lately discovered by Mr Galvani and commonly called animal electricity. Lond. 1793 8. deutsch übersetzt unter dem Titel Al Monro nnd Rich Fowlers Abhandlungen über die thierische Electricität. Leipz. 1796.

**) Neue Abhandlungen über die thierische Electricität in Briefen an Vafalli in Grens neuem Journal. Bd. II. S. 141. Jahrg. 1793.

***) Beiträge zu Galvani's Versuchen über die Kräfte der thier. Electr. auf die Bewegungen der Muskeln. Frkft. 1792 auch nachher in seiner Schrift: vom Metallreiz einem neuen Prüfungsmittel des wahren Todes. Leipz. 1796 8.

†) Diff. de metallorum irritamento ad exploran.

Metallreizes. Creve, der den Galvanismus auch im luftleeren Raume wirksam fand, eröffnete durch die galvanischen Erscheinungen, welche sich nach der Application heterogener Metalle an einem amputirten Fuſse zeigten, geleitet, zuerst die Aussicht, daſs die praktische Medicin von diesem mächtigen Reitzmittel Nutzen ziehen könne, indem er an einem wirklich verstorbenen Menschen noch 58, ja 63 Minuten nach dem letzten Athemzug Zuckungen hervorbrachte, ohngeachtet 25 Minuten nach dem Tode die mechanischen Reizmittel schon ohne Wirkung blieben. Auch Fowlers Erfahrung (a. a. O.) daſs man an enthaupteten Fröschen noch 4 Tage nach ihrem Tode Zuckungen durch dies Mittel erzeugen könne, und Felix Fontana's Bemerkung, daſs selbst nackte Würmer durch die galvanischen Reitzmittel in Zuckungen versetzt werden könnten, schienen diese Meinung vom Nutzen des galvanischen Reitzmittels in dieser Hinsicht zu bestätigen.

Christoph Heinrich Pfaff*), jetzt Prof.

dam veram morten. Mogunt 1794 übers. in Grens neuem Journal der Physik 1 Bd. 1 Heft. S. 36.

*) Diff. de electricitate sic dicta animali. Stuttg. 1793 8. übersetzt und abgekürzt in Grens Journal der Physik Bd. VIII. S. 396 u. s. w. fortgesetzt und wei-

zu Kiel unterstützte durch wichtige Gründe und Versuche die Behauptung, daſs der Metallreiz durch Electricität wirke, und widerlegte Fowlers dagegen aufgestellte Gründe. Zugleich brachte er die wichtige Entdeckung zur Gewiſsheit, daſs auch andere Körper als die Metalle, sobald es nur zwei heterogene Leiter der Electricität sind, den Galvanismus erregen, daſs ein Metall mit einem feuchten Schwamme oder feuchtem thierischen Theile gehörig an die Nerven und Muskeln gebracht, Zuckungen errege, ferner daſs sich bei verschiedenen Metallen ein Unterschied in den Zuckungen zeige, so auch je nachdem man die Kette auf einer oder der andern Seite schlieſst, und daſs sich durch Umwechseln dieser Schlieſsungspunkte die scheinbar erlöschenden Thätigkeit wieder erwecken lieſse. Als vorzüglich excitirende Mittel für die galvanische Thätigkeit sah Pfaff die Metalle in metallischer und vererzter Gestalt, Kohle und Reisblei an.

Dahingegen suchten Johann Aldini *),

ter ausgeführt in der Abhandlung über thierische Electricität und Reitzbarkeit, ein Beitr. zu den neuesten Entdeckungen über diese Gegenstände, Leipzig 1795.

*) Aldini de animali electricitate dissertatt duae. Bonon 1794. 4.

ein Neffe des Galvani und ein ungenannter Verfasser *) die Meinung Galvani's, dafs bei den erwähnten Erscheinungen keine Electricität durch die Metalle erregt werde, sondern dafs sie in den thierischen Theilen selbst enthalten sei, zu bestätigen. Mit Galvani verglichen sie die Muskel mit der kleistischen Flasche, und nahmen, weil sie durch blofse Berührung des Muskels mit dem Nerven Zuckungen erhielten, im Nerven selbst und seinem Zellgewebe einen leitenden Bogen an. Die thierische Electricität halten sie insofern von der gemeinen verschieden, dafs sie sich durch heterogene Leiter wirksam zeige, dafs sie auch im luftleeren Raume wirke, dafs sie zu ihrer Wirkung, die unmittelbare Berührung erfordere, ohne vorher angehäuft zu werden, dafs sie nicht durch die Flamme geleitet werden könne, und den Electrometer nicht ändere **). Durch die Be-

*) Dell uso e dell attivita del arco conduttore nelle contrazione dei muscole. Bologna 1794. 8.

**) Dafs sich bei diesen galvanischen Versuchen dennoch Wirkung auf das Electrometer zeige, bewies Prof. Kühn schon 1794 durch Versuche mittelst eines, mit dem de lucschen Condensator verbundenen, bennetschen Mikroelectrometers (s. etwas über die Kuren des Hrn. Grafen von Thun aus physikalischen und medicinischen Gesichtspunkten betrachtet. Leipz. 1794 von Prof. Kühn).

rührung der Nerven und Muskeln mit Quecksilber, also einem ganz homogenen Metall (welches aber, wie Volta a. a. O. dagegen erinnert, durch Einwirkung der Luft Heterogeneität bekommt) und durch die Verbindung des Muskels und Nerven vermittelst eines feuchten 250 Schuh langen Seils gelang es dem Aldini Zuckungen hervorzubringen. Eben dies bewirkte Wels durch Berührung der Muskeln mit einem Metall und Leitung von diesem zum Nerven durch seine Hand, wie auch durch einige Feuchtigkeiten als: Wasser, Alcohol, Weinessig und mineralische Säuren *).

Im Jahre 1795 trat zuerst Friedrich Alexander von Humboldt, der glücklichste und unermüdeteste Naturforscher neuerer Zeit mit einigen Resultaten seiner wichtigen Versuche über den Galvanismus hervor **). Er bestätigte die eben angeführte Wirksamkeit der Feuchtigkeiten in der galvanischen Kette, und zeigte, daſs selbst das Anhauchen eines Metalls dasselbe allein schon zur Erregung von Zuckungen geschickt mache,

*) Philos. Transact. for the Year 1795 übersetzt in Grens neuem Journ. der Physik Bd. III S. 441.

**) In Grens neuem Journal der Physik Bd. II. S. 115.

dafs ein frisches Muskelfleisch, gewisse Schwammgewächse, vorzüglich Morcheln, ja selbst Alaun- und Vitriolschiefer mit Metall verbunden, die Reizung eben so sehr excitiren, als zwei Metalle. Aufserdem zeigte er durch Erfahrungen, die er an seinem eigenen Körper anstellte, den Einflufs des Galvanismus, und dafs durch denselben nicht allein schmerzhafte Empfindungen, sondern auch die stärkste Verderbnifs und Schärfe der ausgesonderten Lymphe auf der durch Blasenpflaster entblösten Oberfläche, also eine augenblickliche Veränderung der Absonderung hervorgebracht werde.

Bei Wiederhohlung dieses schmerzhaften Versuchs *) legte von Humboldt auf eine Rückenwunde Silber, und auf die andere Zink, mit welchem ein Eisendrath zusammenhieng, den er weiter durch seinen Mund zwischen der Oberlippe und dem obern Zahnfleisch und über die Zunge einer zweiten Person leitete. Bei der Berührung des Silbers mit dem Eisendrath empfand er augenblicklich Schmerz in den verwundeten Schultern, Blitzschein vor den Augen, und jene Person einen sauern Geschmack auf der

*) S. Grens neues Journal der Physik. Bd. III. S. 165 — 184. Jahrg. 1796.

Zunge. Das, besonders für die animalische Chemie, wichtigste Resultat seiner verschiedenen Versuche aber war der Beweis, daſs man durch abwechselnde Application der Alkalien und Säuren an die thierischen Theile ihre Receptivität gegen den Galvanismus sehr lange erhalten könne; denn hat man durch lange fortgesetztes Bestreichen eines Froschnerven mit dem höchst excitirenden Alkali und Application der galvanischen Excitatoren Ueberreitzung und indirecte Schwäche hervorgebracht, so kann man die Erregbarkeit durch Säuren wieder zurückrufen und erhöhen, und diese abwechselnde Depression und Exaltation der thierischen Kräfte mehrmals (nach Michaelis *) Bemerkung bis zu eilf mal) wiederhohlen. Daſs man aber auch eben sowohl durch einen electrischen Funken die Reitzbarkeit erwecken könne, ferner daſs der Galvanismus bei Thieren die auf verschiedene Art erstickt sind, auch in seiner Einwirkungsart verschieden sei, Erstickung in reinem kohlensauren Gas aber die Empfänglichkeit gegen denselben ganz unterdrücke, beweisen verschiedene Ver-

*) S. Grens neues Journal der Physik. Bd. IV. S. 1 — 17.

Versuche englischer und französischer Physiker *).

Alexander Volta unterstützte in den Jahren 1796 und 1797 seine oben erwähnte Meinung von der wahren Natur des Galvanismus durch folgende Resultate später angestellter Versuche. Er fand einen wichtigen Unterschied zwischen der Wirkungsart der Leiter erster Klasse oder der Excitatoren, wozu die Metalle, Erze und Holzkohle gehören, und denen der zweiten Klasse vorzüglich der feuchten Stoffe. Auf diesem Unterschiede beruhe die Bedingung galvanischer Erscheinungen; denn entweder müsse ein Körper der zweiten Klasse zwischen zwei heterogene der ersten, oder ein Körper der ersten Klasse zwischen zwei heterogene der zweiten gebracht werden. Volta zeigte also die Nothwendigkeit dreier verschiedener Leiter zur Bildung der Electricität, welche er einzig für die Grundursach der galvanischen Erscheinungen hielt, weil er bei denselben mit Hülfe seines Condensators und

*) s. Abernethy surgical and physical essays Vol. II. Lond. 1796. Deutsch von Kühn Leipz. 1798. Compte rendu à la classe mathematique et physique de l'institut national des experiences faites en floreal et prairial de l'an V., par la commission nommée pour examiner et verifier les phenomenes du Galvanisme. à Paris an VI.

noch besser des nicholsonschen Duplicators, + und — Electricität zu zeigen im Stande war, ja sogar in der Folge bewies, daſs wenn man eine isolirte Zinkplatte auf einen Augenblick mit einer ebenfalls isolirten Silberplatte berühre, die Zinkplatte an dem bennetschen Electrometer Zeichen von positiver, das Silber aber von negativer Electricität giebt. *)

Eine umfassendere und vollständigere Kenntniſs als alle seine Vorgänger lieferte von den galvanischen Erscheinungen Hr. von Humboldt in seinem 1797 erschienenem vortrefflichen Werke **) durch die Mannigfaltigkeit seiner Versuche an verschiedenartigen Thieren, und in den verschiedensten Verbindungen. Er stellte die in der Beschaffenheit des reizenden Bogens liegenden Bedingungen vollständig auf, unter denen Zukkungen an den Thieren bei höherer oder minderer Reizempfänglichkeit erfolgen und bestätigte es, daſs Metalle, Kohlen und kohlenhaltige Körper vorzüglicher, feuchte und

*) s. Grens neues Journal der Phys. Bd. III. Seite 479-481. Bd. IV. S. 107-135. Jahrg. 1795.

**) Versuch über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, nebst Vermuthungen über den chemischen Proceſs des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt, von Fr. Al. von Humboldt. Erster Band. Berlin 1797. 8.

befeuchtete Substanzen hingegen weniger zur Hervorbringung des Reizes dienen. In verschiedenen Gasarten, selbst im kohlensauren Gas sah er die Reitzung der Muskeln sich eben so verhalten als in der athmosphärischen Luft, die oxygenirten Kochsalzdünste und das Hydrogen ausgenommen, von denen das erste excitirend, das andere deprimirend wirkte. Durch Anbringung der Excitatoren an den Herzen mehrerer Amphibien und Fischarten erwies er, daſs die unwillkührlichen Muskeln so wie die willkührlichen der Wirkung des Metallreizes unterworfen seyen. Er beobachtete, daſs die Wirkung bei der Berührung heterogener Armaturen im Schlusse der Kette stärker sei, wenn das dem Sauerstoff näher verwandte Metall dem Nerven, das weniger verwandte dem Muskel zugekehrt ist. *) Den Unterschied zwischen Conductoren und Excitatoren verwarf v. Humboldt, da er fand, daſs alle Körper, die für den Galvanism leitend sind, auch als Excitatoren desselben wirken, und daſs alle Körper, welche die Electricität leiten, auch Leiter des Galvanism sind, mit Ausnahme der trocknen Knochen, des luftleeren

*) S. Desselben Buchs Zweit. Bd. Berl. 1799.

Raums, der Lichtflamme und des heiſsen Glases, welche er als Argumente gegen die Identität des galvanischen und electrischen Agens brauchte und deshalb, der von ihm zugegebenen Analogie beider ungeachtet, das Wesen des Galvanismus eher in einer während dem galvanischen Processe vorgehenden chemischen Mischungsveränderung in der sensiblen Faser zu setzen geneigt war. Eine Mischungsveränderung geht bei diesen Phaenomenen offenbar vor, auch erstreckt sie sich unstreitig sowohl durch die Excitatoren der galvanischen Electricität als durch die in den Verbindungsbogen befindlichen thierischen erregbaren Theile, da keine Affection des Empfindungs- und Bewegungsvermögens ohne Mischungsveränderungen in ihren Organen vorgehen. Daſs diese aber in dem Laufe des Sauerstoffs von einem Metall ins andere durch die thierische Muskeln zu suchen sei, wie Ackermann *) supponirte, konnte nicht bewiesen werden. Daher behaupteten Blumenbach **) und J.

*) Versuch einer physischen Darstellung der Lebenskräfte organisirter Körper. Erster Band. Frankfurt 1798. 8.

**) Institutiones physiologiae. Ed. nova. Götting 1798. 8.

W. Ritter *) zu Jena mit Recht, daſs man über das eigentliche Wesen des Galvanismus und seine Identität oder Verschiedenheit von der Electricität aus den bis dahin bekannten Beobachtungen noch nichts gewisses bestimmen könne, sondern sich fortdauernd bemühen müsse, die Bedingungen zu erforschen, unter welchen das galvanische Agens thätig ist. Ritter setzte mit Volta zur ersten Bedingung für die Herstellung einer wirksamen galvanischen Kette die wechselseitige Berührung heterogener Leiter untereinander fest und zeigte, daſs auſser den Laugensalzen, Säuern und daraus zusammengesetzten Körpern auch die Metallkalke, die Seifen, Zuckerauflösung, Weingeist, die Pflanzenextracte und thierische Flüssigkeiten, als Milch, Schleim u. s. w. als Excitatoren des Galvanismus dienen. Er bestätigte v. Humboldts angeführte Behauptung von der Leitungsfähigkeit aller Electricitätsleiter für den Galvanism, die erwähnten vier Nichtleiter ausgenommen. Indessen meinte er, es könne auch in diesen Fällen von Unanalogie das Product der verschiedenen Behandlungsarten verschieden seyn, wenn gleich die Ursache

*) Beweis, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs in dem Thierreich begleite. Weimar 1798. 8.

bei den Erscheinungen dieselbe sei, daher diese noch nichts gegen die Identität der Electricität und des Galvanismus bewiesen. Er bestimmte, daſs trockne Körper nur dann, wenn sie mit flüssigen gemischt sind, eine active Kette bilden, daſs aber jede galvanische Kette unwirksam sei, in der sich zwei Puncte finden lassen, durch welche zertheilt sie in zwei Hälften zerfällt, in welche sich von beiden Seiten gleich groſse Kräfte entgegenstreben. Bei Versuchen, wo die Affectionen des Auges und der Zunge verbunden werden, bemerkte er die gleichzeitige Uebereinstimmung des positiven Lichtzustandes mit einem alkalischen, und des negativen Lichtzustandes mit einem säuerlichen Geschmack, so auch eine eigene Empfindung in der Nase vom Zusammenbringen zweier in die beiden Nasenhöhlen gebrachter heterogener Metalle. Aus der Erscheinung, daſs bei der Armatur mit zwei verschiedenen Metallen die erste und stärkste Zuckung auf der Seite des dem Sauerstoff am nächsten verwandten Metalls ist, leitete Ritter das Gesetz ab, daſs die durch zwei heterogene Metalle bewirkten Actionen sich verhalten, wie ihre Verwandtschaftsunterschiede für den Sauerstoff. Das vorzüglichste Resultat aber, welches Hr. Ritter aus seinen Untersuchungen

zog, war seine durch viele wichtige Gründe unterstützte Idee, daſs ein jeder Theil des Körpers als ein System galvanischer Ketten anzusehen sei, daſs also ein beständiger Galvanismus den animalischen Lebensproceſs in allen Organen begleite. Folgende Gründe sind es, wodurch Hr. Ritter diese an wichtigen Folgerungen so fruchtbare und durch die neuern Versuche mit der voltaischen Säule zu noch mehrerer Wahrscheinlichkeit gebrachte Theorie unterstützte. Die Verbindung dreier von einander verschiedener Qualitäten, vorzüglich aus drei verschiedenen thierischen Theilen oder einer Feuchtigkeit und zwei verschiedenen thierischen Theilen, stellt eine wirksame galvanische Kette dar. Diese Bedingungen werden überall im lebenden thierischen Körper bestimmt, häufig und mannigfaltig erfüllt. Ueberall finden sich in diesem die erforderlichen drei Heterogeneitäten, Muskelfaser, Nerven und Flüssigkeiten mancherlei Art, verschiedene Feuchtigkeiten, Verbindungen von Muskeln, Nerven Gefäſsen, Zellgewebe, Blut u. s. w. mit einander. In allen Theilen des thierischen Körpers findet Wechsel der Materie, Binden und Trennen von Stoffen statt. Bei jeder Bindung unterscheidet man zwei sich zu ver-

bindende und ein verbundenes, bei jeder Trennung das zu trennende und zwei getrennte, in beiden Fällen drei verschiedene, und mehr fordert der Galvanismus als Bedingung seiner Wirksamkeit nicht. Ein jeder Theil des Körpers, so einfach er auch sein mag, ist demnach anzusehen als ein System unendlich vieler galvanischer Ketten; denn man kann theilen bis ins Unendliche und immer noch werden Theile ähnlich dem Ganzen erscheinen. Solche Systeme treten nun wieder als Glieder in höhere Ketten, diese sind Glieder noch höherer und sofort bis zur gröſsten, die die übrigen alle umfaſst.

Hieraus folgt nun, welche groſse Analogie zwischen den Erscheinungen des Galvanism und den im organischen Körper zur Unterhaltung des Lebens vorgehenden Veränderungen statt findet und da demnach alles, was in den Körper kömmt, auf die Action dieser Kettenverbindungen Einfluſs zu haben und z. B. jedes Arzneimittel, worunter so manches ist, dessen Wirkungsweise wir bisher nicht begreifen konnten, durch Aenderungen, die es in den Actionen des Galvanismus im Kettensystem der Thierkörpers hervorbringt, zu wirken scheint, so erhellt hieraus, daſs die unmittelbare Commu-

nication der galvanischen Kettenverbindungen im Thierkörper mit einer andern höchstwirksamen aufserhalb desselben, eine wichtigere und wirksame Veränderung in dem erstern hervorbringen müssen, als jedes andere Mittel. Auf diese Art scheint mir die Einwirkung des Galvanism auf den Thierkörper am besten erklärt werden zu können.

Eine weitere Ausdehnung der eben angegebenen Ideen des Hrn. Ritter bewog ihn auch, dieselben auf die unorganische Natur auszudehnen und den Beweis festzustellen, dafs auch hier jene Thätigkeit wirksam sei, die man galvanische Action, Galvanismus genannt hat. Prof. Creve hatte bereits schon 1796 beobachtet, dafs zwei sich berührende Metalle einen Theil des Wassers, in welches sie getaucht werden, in Oxygen und Hydrogen zersetzen *) und Dr. Ash in Oxford hatte in eben dem Jahre bemerkt, dafs eine Zinkplatte auf feuchtes Silber gelegt, einen Rand von Zinkkalk ansetzt, wobei sich Luftblasen von Wasserstoffluft entwickeln **). Diese Versuche wiederhohlte

*) s. vorläufige Bekanntmachung der Natur des Metallreizes entdeckt von Prof. Creve, in der Salzburg. med. chirurg. Zeitung, I. Bd. S. 49. Jahrg. 1796.

**) s. v. Humboldts angeführtes Werk. Erster Bd. S. 474.

Ritter und dehnte sie weiter aus. Er bemerkte, daſs die Oxydation durch die Wärme merklich beschleunigt werde und so lange fortdauere, als die Kette geschlossen war, gerade so wie bei Thieren die Zuckungen so lange fortdauern, als die mit ihnen verbundene Kette geschlossen bleibt. Der in einer geschlossenen Kette von Zink, Wiſsmuth und Wasser gebildete Zinkkalk war wesentlich von dem auſser einer Kette erzeugten Zinkkalk verschieden. Das Verbundensein eines thierischen Organs mit der Kette machte in dieser Rücksicht keinen Unterschied, das in der Kette mit eingeschlossene Wasser dünstete stärker aus als gleichviel freistehendes Wasser. Zwei verbundene ganz gleiche Metallstangen aus Zink und Wiſsmuth wurden in eine warme concentrirte Auflösung von Mineralalkali gestellt und sogleich setzten sich bei der Abkühlung derselben die Krystalle häufig und strahlenförmig um den Zink allein an, dahingegen an zwei gleichen Metallstangen, die abgesondert in einer solchen Auflösung standen, an beiden gleich viel Krystalle sich angelegt hatten. Hieraus schlieſst Ritter mit Recht die allgemeine Ausbreitung der galvanischen Einwirkung. „Das Thierreich und die todte Natur, sagt er, liefern nach den bisherigen

Erfahrungen gemeinschaftliche Resultate, auch das Pflanzenreich wird sich von der Sphäre des Galvanismus nicht ausschliefsen lassen. *) Alle galvanische Action wird identisch erscheinen. Das Grundgesetz für die Bedingungen der Möglichkeit galvanischer Action ist aufser der Heterogeneität der Individuen noch vorzüglich Heterogeneität der Klassen der Individuen. Es wird sich zeigen, dafs Duplicität der Klassen in der Triplicität der Individuen die Fundamentalbedingung jeder Thätigkeit sei, dafs alle Thätigkeit nach dem Schema des Galvanismus geschehe, oder was richtiger ist, dafs das Schema aller Thätigkeit auch das des Galvanismus ist. Und so findet sich vielleicht im Galvanismus das Centralphänomen, von dem Baco spricht; denn bis jetzt ist es jener allein, der allen Forderungen entspricht, die man an dieses zu machen hätte."

*) Diesen Einflufs des galvanischen Agens auf das vegetabilische Leben hat Treviranus in der Folge bewiesen. (s. nordisches Archiv f. Natur- und Arzneiw. Erst. Bds 2tes St. Kiel 1800.) — Bose (tentamina electrica tandem aliquando hydraulicae, chemiae et vegetabilibus utilia. Viteb. 1747. 4.) Jallabert (experiences p. 82.) Maimbray zu Edimburg, Abt Menon und Nollet, vorzüglich aber Gardini (in seiner Beantwortung der Lyoner Preisaufgabe: Qu'elle est l'influence de l'electricité de l'athmosphere sur les vegetaux?) hatten dies bereits längst von der Electricität bewiesen.

Bis hieher hatte man nur über die Wirkung einzelner Kettenverbindungen Versuche angestellt, und nur einige Beobachtungen lehrten uns, daſs die Wirksamkeit des Galvanismus in gehörig geordneten Verbindungen dieser einzelnen Ketten von einer zur andern übergehe. Keinem aber war es gelungen, durch eine zweckmäſsige Verbindung der Excitatoren des Galvanismus seine Wirksamkeit zu einem ansehnlichen Grade der Intensität zu bringen. Daher ist es eine der wichtigsten und vorzüglichsten Bereicherungen, welche die Lehre vom Galvanismus im Jahre 1800 durch Alex. Volta's sinnreiche Entdeckung einer zweckmäſsigen Verbindungsart wirksamer Excitatoren erhielt, wodurch die galvanische Kraft ins Unendliche verstärkt, demzufolge ihre Wirkungsart auf organische und unorganische Substanzen auffallender dargestellt und die Theorie des Galvanismus genauer bestimmt werden kann. Es ist daher keinem Zweifel unterworfen, daſs mit dieser Erfindung eine neue Periode in der Geschichte der Electricitätslehre anhebt, da sie durch die neuen und trefflichen Resultate, welche sie gewährte, das allgemeine Interesse auf sich zog und verdiente.

Der Apparat, dessen Volta sich zuerst bediente, um die galvanische Kraft zu ver-

stärken bestand aus wenigstens 40 Bogen von Silberdrath, an deren Enden auf der einen Seite ein Plättchen Zink und auf der andern Silber befestigt ist. Diese werden in Gläser mit Wasser, in welchem sich aufgelöstes Kochsalz oder kaustisches Laugensalz befindet, eingesenkt, so daſs der einen Silberplatte gegenüber immer eine Platte von Zink stehe, und ihre Entfernung von einander einen Zwischenraum von 2 bis 3 Linien frei lasse. Wenn man nun in das Wasser des ersten Glases einen Finger der einen Hand hineinsenkt und mit einem Finger der andern entweder das Wasser oder den metallenen Bogen des letztern Glases berührt, so erhält man im Augenblicke der Berührung eine Erschütterung durch den ganzen Körper, die um so empfindlicher wird, je gröſser die Anzahl der Gläser und metallenen Plättchen des Apparats ist. Mit 60 Gläsern ist die Erschütterung schon beinahe unerträglich, die man bei jeder Berührung erhält, ohne daſs es möglich wäre, das Agens zu erschöpfen, das sich ohne Aufhören, ohne Reibung, ohne electrischen Schlag, ohne Wärme, blos durch die Verbindung verschiedener Conductoren wieder erneuert. Berührt man im Augenblicke, wo der Finger in das Wasser des ersten Glases eingesenkt ist, den Metallbogen

des letzten mit der Zunge, so verspürt man eine Erleuchtung in den Augen und einen deutlichen sauern Geschmack. *)

Durch diese Vorrichtung geleitet, erfand Volta seine aus vielen wechselsweis auf einander gelegten Scheiben Zink, Silber und feuchter Pappe bestehende sogenannte Batterie oder Säule, welche überall nur als das Mehrfache der einzelnen galvanischen Kette zu betrachten ist. Er selbst machte diese seine wichtige Erfindung zuerst in einem französisch geschriebenen Briefe an Banks (Como den 20sten März 1800) bekannt, der im zweiten Theile der philosophical transactions for 1800. n. 17. p. 403-431. **) abgedruckt ist, von dem aber früher bereits im Londner Morning chronicle vom 30sten Mai und in Nicholsons Journal of natural philosophy Vol. IV. Jul. 1800. p. 179 ein Auszug erschien, der uns Deut-

*) Abbildung und ausführlichere Beschreibung dieses Apparats s. in Voigts Magaz. der Naturkunde, zweit. Bds. zweit. Stück.

**) U. d. T. Von der Electricität, welche durch bloſse Berührung leitender Körper verschiedener Art erregt wird, in einem Briefe Al. Volta's an Sir Jos. Banks, vorgelesen den 28. Juni 1800. Eine vollständige deutsche Uebersetzung von Volta's Briefe findet man in Tromsdorfs allgemeiner chemischen Bibliothek des 19ten Jahrhunderts. Bd. 1. St. 1-22.

schen durch Hrn. Prof. Gilberts treffliche Annalen der Physik (VI. Bd. S. 340) mitgetheilt ward. Seiner Behauptung von der Identität des Galvanismus und der Electricität, von der er sich durch den neuerfundenen Apparat noch mehr überzeugte, gemäfs, stellte Volta für diesen den Namen Electromotor auf, eine Benennung, die man in unsre Sprache wohl unverändert übertragen mufs, da die Verdeutschung: Electricitätserreger, nicht ohne Zweideutigkeit seyn würde, und die als passend und aus Achtung gegen den Erfinder beibehalten zu werden verdient. Volta meldete ferner in seinem Briefe, dafs der obige Apparat bei gleichzeitiger Berührung der obersten und untersten Lagen desselben mit nassen Fingern dem ganzen Körper eine heftige und der electrischen ähnliche Erschütterung mittheile. Diese Wirkungen des Apparats verglich er mit denen einer grofsen electrischen Batterie von unendlicher Capacität, welche sehr schwach geladen ist, und deren Ladung sich augenblicklich wiederherstellt. Das Eigenthümliche der dadurch erregten Electricität sey eine geringe Spannung mit einer aufserordentlichen Geschwindigkeit. Die Erregung derselben ohne Erwärmung oder Reibung beruhe auf dem von ihm schon längst ent-

deckten und 1795 bekannt gemachtem Gesetz *), daſs verschiedene sich berührende Leiter, vorzüglich metallische, durch ihre gegenseitige Berührung auf das electrische Fluidum wirken, es erregen und antreiben, und daſs der feuchte Leiter nur der Zwischenleiter ist, durch welchen die Vervielfältigung der Wirkung möglich wird. Eine eigenthümliche galvanische Electricität aber finde hier so wenig statt, als bei der Leidner Flasche. Die Beobachtung, daſs man durch den Condensator die Art der hier erzeugten Electricität bestimmen könne und daſs man durch sie Funken erhalte, war es vorzüglich, wodurch Volta seine Meinung von der Identität des Galvanismus mit der Electricität gründete. Die chemischen Wirkungen in diesem Apparate sind nach ihm nur secundäre Effecte, d. h. Wirkungen des in der geschlossenen Säule unaufhörlich circulirenden electrischen Fluidi.

Die englischen Physiker Nicholson, Garnet und Carlisle, welche diese wichtigen Entdeckungen Volta's zuerst bekannt machten, wiederhohlten seine Versuche vom 30. Aprill 1800 an, und fanden sie vollkommen

*) s. Grens neues Jonrnal der Physik Bd. IV. S. 128.

men bestätigt. Auſserdem aber führte sie ihre Untersuchung vorzüglich auf wichtige Beobachtungen über die verstärkten chemischen Wirkungen der Electricität, welche in dieser Modification ihrer Bewegung besonders auffallend sind. Wie bereits oben erwähnt ist, hatten schon Creve und Dr. Asch im Jahre 1796 eine Oxydation und damit verbundene Entwickelung von Luftblasen aus Wasserstoffgas bei der Einwirkung zweier heterogener Metalle auf Wasser bemerkt, ja der italienische Chemiker Fabroni bereits 1792 aus einer ähnlichen Bemerkung auf die Oxydation als Grundursach der galvanischen Electricität geschlossen. Jetzt wurden Nicholson und Carlisle durch eine ähnliche Bemerkung auf eine bessere Methode geleitet, wodurch die Luftentwickelung aus dem Wasser bei der Einwirkung der galvanischen Electricität mit Gewiſsheit bewiesen wird. Denn als sie bei Wiederhohlung der Versuche mit der Einwirkung des Electro motors auf den voltaischen Electricitätscondensator die Dräthe von beiden Extremitäten des Electromotors mit der obern Platte in Verbindung gebracht hatten, wurde aus einem darauf gefallenen Tropfen Waſſer um den berührenden Drath herum Gas entbunden, das wie Wasserstoff zu riechen schien.

Hiedurch wurden Nicholson und Carlisle zu dem Versuch veranlaſst, den galvanischen Strom durch zwei Meſſingdräthe zu führen, welche sich in einer mit Korkstöpseln verschlossenen $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Glasröhre voll frischen Fluſswassers $1\frac{3}{4}$ Zoll von einander endigten. Der eine Drath wurde mit der obern, der andere mit der untern Platte der Säule in Verbindung gebracht *). Sogleich erhob sich in der Röhre aus der Spitze des mit dem Silber verbundenen Drathes ein feiner Strom kleiner Luftblasen; die Spitze des mit dem Zink verbundenen Draths aber fing an anzulaufen, und stieſs nach und nach weiſsliche häutige Wolken aus, die sich zu Ende des Processes von der Verkalkung des Kupfers erbsengrün färbten. Das aus dem Silberende entbundene Gas explodirte mit einer gleichen Menge athmosphärischer Luft gemiſcht, bei der Annäherung eines brennenden Fadens. Bei der Umkehrung und Vervielfältigung des Versuchs zeigte es sich, daſs der Wasserstoff stets nur an dem Ende des einen Draths sich entwickelte, während sich das Oxygen mit dem andern beinahe zwei Zoll davon entfernten verband. Die Wasserzersetzung war desto stärker, je

*) S. Fig. 1.

näher die beiden Drathenden einander waren, hörte aber ganz auf, wenn sie einander berührten. Bei einer Wiederhohlung des Versuchs mit kupfernen Dräthen und Lackmustinctur, färbte der mit der Zinkplatte verbundene untere Drath, so weit er reichte, die Tinktur roth, indeſs das übrige blau blieb. Als sie den Versuch mit zwei Platinadräthen anstellten, gab der mit dem Silber verbundene Drath einen sehr reichlichen Strom feiner Luftbläschen und auch aus dem mit Zink verbundenen Drathe strömte ohne Oxydirung des Drathes, und ohne Trübung des Wassers ein Luftstrom, doch minder stark hervor. Beide Physiker nahmen einen in der Säule zwischen jedem Plattenpaare bestehenden Proceſs der Wasserzersetzung an, so daſs der Zink oxydirt und Wasserstoffgas entbunden werde, wofür sie die starke Zernagung der Oberflachen der Zinkplatten durch Oxydation zum Beweise aufführten.

Haldane untersuchte die Bedingungen, auf welche die Wirksamkeit und Verstärkung der Säule beruht, und fand, daſs es hier sowohl auf die Zahl der Plattenpaare, als auf die Stoffe, aus denen sie znsammengesetzt sind, beruhe. Eine Säule in einer mit athmosphärischer Luft gefüllten Glocke

erzeugte an den Enden der Dräthe (fig. 1. d. e.) wie gewöhnlich Oxyd und Gas, nur nicht in solcher Menge, als beim Zutritt der Luft. Eine Säule in Sauerstoffgas gab das meiste Gas und Oxyd, selbst der Theil des Kupferdrathes an der Zinkseite, der durch das Wasser hindurchging, welcher die Glocke sperrte, entband Gas, das in der Glocke aufstieg. Eine Säule im Stückgas gab weder Oxyd noch Gas, und blieb ohne alle merkliche Wirkungen. Haldane stimmt demzufolge Fabroni's Theorie bei, daſs die ganze Wirkung des Galvanismus auf einen chemischen Proceſs beruhe, und hauptsächlich durch ein Anziehen des Sauersroffs aus der Luft hervorgebracht werde *).

Cruikshank füllte die in die Verbindungskette gebrachte Röhre mit destillirtem Wasser, das mit Brasilienholz gefärbt war, und fand, daſs sich um den silbernen Drath von der Zinkseite eine Säure, wahrscheinlich die salpetrige, um den Drath der Silberseite ein Alkali, wahrscheinlich Ammoniak erzeugte. Er füllte die Röhre mit verschiedenen Metallauflösungen, und fand, daſs die Metalle regulinisch niedergeschlagen wur-

*) Nicholson Journal of natural philosophy. Vol, IV. 1800 pag. 202.

den. Als er die Röhre mit einer Mischung aus reinem Wasser und destillirtem Weinessig oder mit sehr verdünnter Schwefelsäure füllte, entwickelte sich aus dem aus reinem Silber bestehenden Drathe der Silberseite einiges Gas, aber an der Spitze des gleichfalls rein silbernen Draths von der Zinkseite erschien keine Wolke. Doch war nach einiger Zeit von dem ersten Drath eine Quantität regulinisches Silber in Gestalt glänzender Schuppen gefällt worden. Salzsaures Ammoniak, Kochsalz, salpetersaure Bittererde wurden, jedes einzeln in die Röhre gegossen, zersetzt. In zwei Röhren übereinander ging die Wasserzersetzung eben sowohl vor sich als in einer einzelnen. Wenn Cruikshenk den galvanischen Strom ungefähr 48 Stunden lang durch destillirtes Wasser, das in einer Röhre über Quecksilber gesperrt war, gehen liefs, so war eine Verminderung des Wassers zu bemerken *).

Dies waren die ersten wichtigen Versuche, welche über die Wirkung des Electromotors auf organische und unorganische Körper bekannt wurden. Da sie ein gleiches Licht über die Erscheinungen an beiden zu verbreiten schienen, so

*) Bei Nicholson a. a. O. S. 187.

erregten sie das allgemeine Interesse der Physiker und veranlaſsten vielfache Untersuchungen über die Einwirkung der verstärkten galvanischen Electricität, vorzüglich von Seiten deutscher Naturforscher, welche durch Wiederhohlung und weitere Ausdehnung derselben die Wirkungsart und das Grundprinzip des Galvanismus näher zu bestimmen sich bemühten. Auch in Frankreich wurden diese Versuche durch eine Commission von Physikern wiederhohlt. Hallé gab dem Nationalinstitut von den Resultaten derselben Nachricht und führte besonders einige wichtigere Versuche zum Beweise für die Analogie des electrischen Fluidi mit dem beim Galvanismus supponirten an. Da indessen die Meinungen der Naturforscher über diesen letztern Gegenstand unendlich getheilt waren, so begab sich Prof. Volta von Pavia nach Paris, um der physikalischen Klasse des Nationalinstituts die Resultate seiner vielfältigen Versuche über das Wesen der sogenannten galvanischen Erscheinungen mitzutheilen. Die Klasse gab eben derjenigen Commission, welche einige Jahre zuvor zur Prüfung der von Humboldtschen Versuche niedergesetzt wurde, (bestehend aus den Bürgern Coulomb, Sabathier, Pelletan, Charles, Fourcroy, Vauquelin, Guy-

ton und Hallé) die Gelehrten Monge, Brisson und Biot zu, welche dann mit Volta im October und November 1801 seine vorzüglichsten Versuche wiederhohlten. *) Biots hierüber erstatteter Bericht bekräftigte durch eine Menge neuer Thatsachen vorzüglich die von Volta zuerst behauptete Meinung, dafs die Muskelzusammenziehungen, die man bei den galvanischen Versuchen durch die Berührung einer metallischen Kette hervorbringe, einzig und allein der Wirkung der durch den Contact der Metalle, aus welchen die Kette besteht, erregten electrischen Action zuzuschreiben seien. Volta hatte der Commission bewiesen, dafs die Electricität zweier verschiedenartiger isolirter Metalle, wovon jedes ihr Quantum natürlicher Electricität besitzt, verändert wird, sobald sie in wechselseitige Berührung gesetzt werden, und dafs, wenn man sie aus ihrer Berührung bringt, das eine Metall positiv und das andere negativ electrisch ist. Ja er machte es sehr wahrscheinlich, dafs nicht nur die Metalle, sondern alle Naturkörper im Augenblicke ihrer Berührung eine Wech-

*) Volta selbst verlas im Nationalinstitut am 7ten Novbr. 1801 den ersten, und am 12ten den zweiten Theil seiner Abhandlung von der Identität des Galvanismus und der Electricität.

selwirkung auf ihre respectiven Electricitäte ausüben. Demnächst gab er eine vollständige und plausible Theorie seiner Säule und zeigte durch unwidersprechliche Beweise den höchsten an Identität gränzenden Grad der Analogie des Galvanismus und der Electricität. Seine wichtigen Beweise werde ich in der Folge anführen.

Prof. Pfaff, der sich, um den Voltaischen Versuchen selbst beizuwohnen, nach Paris begeben hatte, benutzte mit Hülfe des berühmten van Marums den trefflichen Teylerschen Apparat zu Harlem und lieferte dadurch ebenfalls wichtige Beweise für die Identität der Electricität und des Galvanismus. *) Diese sowohl als die übrigen bis jetzt bekannten wichtigen Resultate, die sich aus den vereinten Bemühungen und Beobachtungen der Physiker ergaben, werde ich, da sie theils die Construction des Electromotors, theils die Wirkungsart der galvanischen Electricität auf unorganische sowohl als organische Körper, theils endlich die

*) Lettre de M. van Marum a. M. A. Volta contenant des experiences sur la colonne electrique faites par lui et le Prof. Pfaff dans le laboratoire de Teyler a Harlemen Novembre 1801 auch in den Annales de Chymie par les Cit. Guyton, Monge, Berthollet, Fourcroy, Adet etc. An X Cahier de Frimaire ou No 120.

Theorie der galvanischen Electricität betreffen, in den folgenden Abschnitten ausführlicher mittheilen.

Construction des Electromotors.

Die Theorie der Voltaischen Batterie oder des Electromotors beruht auf dem Satz, daſs die galvanische Electricität das Product der Berührung leitender auf eine passende Art mit Wasser in Verbindung gesetzter Körper von verschiedener Oxydabilität ist. Man könnte also aus einer Verbindung aller im Vorigen erwähnter leitender, ihrer Natur nach heterogener Substanzen und Feuchtigkeiten eine solche wirksame Batterie darstellen, wenn man nur bei ihrer Verbindung unter einander die Erfordernisse ihrer Wirksamkeit nämlich die Heterogeneität der Körper, die Vermischung fester und flüssiger Theile, und den von Ritter aufgestellten Grundsatz beobachtet, daſs sich in der Peripherie jeder einzelnen Kette keine zwei Puncte finden lassen, durch welche zertheilt sie in zwei Hälften zerfällt, in welchen sich von beiden Seiten gleich groſse Kräfte ent-

gegenstehen. Am kräftigsten aber beweisen sich zu diesem Behufe die Verbindungen der Metalle mit Salzauflösungen. Unter jenen hat man folgende Verbindungen wirksam gefunden, die ich hier nach den Abstufungen im Grade der Kraft aufführe. Am stärksten wirkt Zink mit Gold, dann mit Silber, Kupfer, Blei, Zinn und Quecksilber, ihm zunächst Eisen mit Gold, Silber, Kupfer, Blei und Zinn. Sehr wenig Wirkungen nur giebt Blei mit Gold, Silber, Kupfer, Zinn und Quecksilber, noch schwächere Wirkungen äussert Zinn mit den nämlichen Metallen. Kupfer mit Gold und Quecksilber giebt keine Wirkung, wohl aber mit dem Silber. Silber und Gold ist ganz ohne Wirkung. Dr. Oersted errichtete eine wirksame Batterie aus Reissblei und Zinkplatten. *) Prof. Göttling empfahl **) statt der Silber- oder Kupferplatten eine Mischung aus 2 Theilen Blei und 1 Theil gereinigtem Spiesglanzmetalle, welche sich minder als das Kupfer oxydiren und von gleicher Wirkung mit diesem sei. Dr. Heidmann in Wien

*) Nordisches Archiv. Zweiter Bd. erstes St.

**) Im Intellienzblatt der Jena. allgem. Litteraturzeitung. 1801.

wählte zu den Zinkplatten eine Mischung aus gleichen Theilen Zinn und Zink, weil sie dadurch an Wirksamkeit nichts verlieren, aber leichter zu behandeln und viel eher zu reinigen sind. Diese liefs er durchs Verzinnen mit den Kupferplatten verbinden, so dafs nun stets eine Kupfer- und Zinkplatte eine einzige ausmachten. Aus diesen schichtete er eine Säule auf und fand ihre Wirksamkeit um mehr als die Hälfte vermehrt. *) Am gewöhnlichsten bedient man sich indessen der Platten aus Zink und Kupfer; das letztere verhält sich in seinen Wirkungen zum Silber wie 100 zu 80.

Unter den zwischen die Metalle zu bringenden Flüssigkeiten verdienen die Salzauflösungen deshalb den Vorzug vor dem blofsen Wasser, weil sie die Zersetzung des Wassers und die zur starken Wirksamkeit der einzelnen Kettenglieder des Electromotors nothwendige Oxydation der Metalloberflächen durch ihre vermehrte Anziehung oder Leitungskraft begünstigen. In eben dieser Hinsicht fand Dr. Helwag **) auch die Galle wirksam.

*) s. Gilberts Annalen der Physik. 10ten Bdes erstes Stück.

**) Unter den Salzauflösungen schien mir die des Salmiaks in der Verbindung mit Kupferplatten, des Küchensalzes hingegen mit Silber wirksamer.

In Ansehung des zur Construction des Electromotors aus diesen Materialien nöthigen Gestells hat man verschiedene Apparate vorgeschlagen. Volta baute zuerst eine Säule von Zinkplatten, Silberplatten und mit Wasser angefeuchteten Pappscheiben, und zwar so, daſs er zuerst auf eine runde Silberplatte eine Zinkplatte, auf diese feuchte Pappe, auf diese wieder eine Silberplatte, dann Zink, feuchte Pappe u. s. w. legte, und das Ganze zwischen vier Stäben von trockenem Holze in Form einer Säule aufstellte. Da aber bei dieser Construction die Feuchtigkeit leicht von den hölzernen Stäben angezogen wird, auch zwischen die beiden Metallplatten, da wo sie einander unmittelbar berühren, tritt, so lieſs W. Cruikshank Zink- und Silberplatten zusammenlöthen, kittete sie alle in die Falzen eines eignen Trogs von gedörrtem Holze und füllte die zwischen den Plattenpaaren gelassenen Lücken mit einer Salzauflösung aus. Dieses galvanischen Trogapparats *) konnte er sich lange Zeit bedienen, ohne daſs er nöthig hatte, auch nur eine einzige Platte herauszunehmen. Werden die Zellen aufs neue mit Salzwasser, unter das etwas

*) s. Fig. 2.

Salzsäure getröpfelt ist, gefüllt, so ist er noch völlig so wirksam als gleich anfangs. Die Salzsäure zieht er andern Säuren, selbst der Salpetersäure deshalb vor, weil ihre Wirksamkeit länger dauernd sei und sie das Silber nicht angriff. Die Schläge dieses Trogapparats gleichen mehr den gewöhnlichen electrischen und haben nichts von der widrigen zuckenden Empfindung, welche den Schlägen der voltaischen Säule eigen ist. Die Funken, welche dieser Apparat gab, waren so stark, daſs man ihr Knistern in einem andern Zimmer hören konnte.

Auch Davy gab dieser galvanischen Batterie, nach Cruikshanks Erfindung den Vorzug vor der nach Volta's erster Construction, weil sie mit Hülfe der Säuren, ohne umgebaut oder gereinigt zu werden, immerfort wirksam bleibt, bis das sich oxydirende Metall gänzlich zerstört ist. Sonderbar ist es, daſs bei dieser Constructionsart Wasser kaum merklich wirkt. Goſs man aber Salzsäure in die Zellen, so war ein Schlag von 18 Platten dem einer gewöhnlichen Batterie von 70 Lagen gleich; noch mächtiger geschah dies mit concentrirter Salpetersäure. Schon drei Plattenpaare gaben mit starker Salpetersäure einen sehr merkbaren Schlag, und 5

einen Schlag wie eine gewöhnliche Säule von 30 Lagen. *)

Dennoch ist es bei diesem nach Cruikshanks Erfindung eingerichtetem Electromotor nicht unvermeidlich, daſs das Holz die Salpetersäure anzieht, und einen gemeinschaftlichen Leiter aller Platten abgiebt, wodurch die Wirksamkeit der Batterie aufgehoben wird. Deswegen haben ihn Prof. Grimm und Dr. Helwag durch folgende Einrichtungen mehr zu isoliren und zu verbessern gesucht. Nach Prof. Grimms Vorschlag ist jede Platte ein reguläres Viereck 1 Zoll $3\frac{1}{2}$ Linie lang, und die Silber- und Zinkplatten sind zusammengelöthet. Sie sind aber nicht in einen hölzernen Trog eingekittet, sondern in einen gläsernen, der nämlich aus drei Platten von Spiegelglas besteht, die 2 Fuſs lang, und 1 Zoll $3\frac{1}{2}$ Linie breit sind, und an jedem Ende durch ein Quadrat von demselben Glase in Gestalt eines länglichen parallelipedischen Kastens geschlossen ist, so daſs die zwischen die Gläser wasserdicht eingekitteten Metallplatten sich gänzlich im isolirten Zustande befinden **).

*) S. Gilberts Annalen der Physik, Bd. VIII. St. 1. S. 11.

**) S. Gilberts Annal. Bd. VIII. St. 1. S. 134.

Dr. Helwags liegende Batterie *) ruht auf zwei mit Glasstäben belegten Leisten, die sich von einem Befestigungsbrett zum andern erstrecken. Es kann hiebei die Feuchtigkeit vollkommen gut abträufeln, ohne der Wirkung der Batterie Abbruch zu thun. Ueberhaupt ist es nicht zu leugnen, daſs eine liegende Batterie zum Gebrauch bequemer und transportabler ist, als die nach Volta's Angabe construirte, daſs sie daher vorzüglich bei der medicinischen Anwendung wesentliche Vortheile gewährt **).

Prof. Gilbert empfahl um den obigen voltaischen Apparat zu verbessern, und das Anfeuchten der hölzernen Stäbe zu verhüten, diese von der Säule ein wenig abstehen, und durch sie kleine gegen die Säule gesetzte Schrauben gehen zu lassen, um das Umfallen der Säule zu verhindern ***). Da aber durch diese Vorrichtung das Aufbauen eines Electromotors sehr erschwert wird, und besonders das Stellen der kleinen Schrauben

*) S. Fig. 3.

**) Erfahrungen über die Heilkräfte des Galvanismus und Betrachtungen über dess. chemische und physiologische Wirkungen von Dr. Helwag u. s. w. Hamburg 1802.

***) Gilbert Annalen der Physik VII Bd. 3tes St. s. unsere Figur 4.

aufhält, so bediente sich Ritter dreier oder vier im Quadrat anfgerichteter starker Glasstäbe, zwischen denen die Säule aufgebaut, und isolirt erhalten wird, sobald man sie nur während dem Experimentiren zuweilen abtrocknet. Dr. Scheel *) läfst sie noch, damit sie nicht so leicht durch Dünste beschlagen, mit einem Lackfirnifs überziehen, so auch sein Stativ, in welches er, damit es zu Platten von jeder Gröfse dienen und mehrere Batterien neben einander stehen können, viele zwei Zoll tiefe und zu den Glasstäben passende Löcher einbohrte. Die Glasstäbe haben 2 Zoll über ihrem untern Ende eine kleine Hülse von Horn an sich festgekittet, die unten an ihrem Fufse 1 Zoll im Durchmesser hat, um das Hin- und Herschwanken des Glasstabs zu verhindern.

Die Form der Tuchplatten, welche zwischen die Metallplatten angefeuchtet gelegt werden, richtet sich nach diesem. Nur ist es gut, wenn man den Tuchplatten einen etwas kleinern Durchmesser als den Metallplatten giebt, damit das aus ihnen hervorgedrückte Wasser nicht über den Rand der Metall-

*) Nordisches Archiv. Zweiter Bd. zweites St. pag. 59.

tallplatten treten, und an der Säule herabtraufeln kann. Um dieses noch mehr zu verhüten, und beim Experimentiren völlige Reinlichkeit zu erhalten, empfahl Ritter *) den Zinkplatten oben an der Seite, auf welchen die um etliche Linien schmälere Pappe zu liegen kommt, beim Gieſsen einen erhabenen Rand zu geben, in welchem sich alle durch das Gewicht der obern Schichten aus den Pappen gedrückte Feuchtigkeit sammelt, so daſs kein Tropfen über ihn herunter, also auch nicht zwischen zwei Platten kommt. Auch Dr. Scheel **) verbesserte den Apparat zur Batterie durch eine Einrichtung, welche sowohl das Herabrinnen der Feuchtigkeit an den Seiten der Batterie verhütet, als auch dem Mangel an Feuchtigkeit in der Batterie vorbeugt. Statt der Silber- oder Kupferplatten lieſs er nämlich silberne Schälchen mit einem ohngefähr 1 bis 1½ Linien hohem Rande machen, die im Durchschnitt etwa 3 Linien gröſser sind, als die dazu gehörigen Zinkplatten, und in die man nicht nur die Tuchlappen so feucht wie möglich legen, sondern selbst noch etwas Feuchtigkeit aufgieſsen kann, ohne daſs etwas herabrinne

*) Gilbert Ann. der Phys. VII Bd. 3 St.

**) Nordisches Archiv a. a. O.

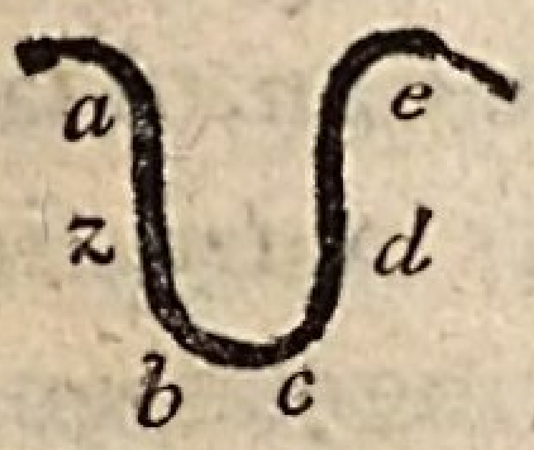
Indessen müssen hier statt einer Tuchscheibe 2 bis 3 eingelegt werden, oder die Zinkplatte muſs um so viel dicker sein, damit sie etwas hervorrage, und das auf ihr ruhende silberne Schälchen nicht den Rand des unterliegenden berühre. Da es, wie Dr. Scheel für wahrscheinlich hält, und ich selbst nach mancherlei Versuchen bestätigt fand, die Masse eben so gut wie die Oberfläche etwas zur Stärke der Batterie beiträgt, so kann man eine oder mehrere Silbermünzen von gehöriger Gröſse unter die Schälchen legen. Diese machen es auch möglich statt der Metallscheiben Metallfeile oder granulirte Metalle auf die feuchten Tuchlappen aufzutragen, auch kann man mit einem Hebetrichter, der sich in eine feuchte Spitze endigt, Feuchtigkeit nachgieſsen, ohne die Batterie auseinander zu nehmen.

Eine von diesen sehr abweichende Einrichtung einer galvanischen Batterie hat Dr. Oersted angegeben, *) die in einigen Fällen, insonderheit bei Untersuchungen über die Gesetze, nach welchen die Batterien wirken, den Plattenbatterien vorzuziehen ist, weil sich in ihr die verschiedenen Factoren, welche den Galvanismus hervorbringen, bes-

*) s. Fig. 5.

ser als in den gewöhnlichen unterscheiden lassen.

Der Apparat besteht aus mehreren heberförmig gebogenen Glasröhren ohngefähr von der Gestalt der nebenstehenden Figur



Ihre Länge beträgt etwa 6 Zoll und die Weite $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll. Der Raum b. c. ist mit einem Amalgama aus gleichen Theilen Blei und Quecksilber angefüllt, in a. b. befindet sich verdünnte Schwefelsäure die aus einem Theile sogenanntem Vitriolöl und 4 bis 6 Theilen Wasser gemischt seyn kann. Bei z. sind einige Grane Zink mit dem Amalgama in Berührung. Auf der andern Seite bei c. ist ein Conductor von starkem Bleidrath ins Amalgama eingeschmolzen, der sich durch die ganze Röhre d. e. erstreckt und oben bei e wieder auswärts gebogen ist, um in die Mündung einer zweiten benachbarten Röhre a. b. so eingelassen zu werden, daſs er von der verdünnten Schwefelsäure umgeben ist. Diese Conductoren müssen möglichst dick sein; denn obgleich das Quecksilber zum Theil mit Blei gesättigt ist, so greift es doch die Conductoren etwas an, so daſs sie leicht unten bei c. abbrechen. Diesem zuvorzukommen fülle man den Raum

der Röhre d. e. zwischen Glas und Conductor mit geschmolzenem Wachs oder mit einer Mischung aus 4 Theilen Wachs und 1 Theil gekochtem Terpenthin aus. Die Zusammensetzung solcher einzelner Röhren zu einer Batterie geschieht folgendermaſsen. Das umgebogene Ende des Conductors wird in denjenigen Schenkel der Röhre eingelassen, der die verdünnte Schwefelsäure mit dem Zink enthält. Füllt man diesen Schenkel ganz voll, so ist es genug, wenn der Conductor der vorigen Röhre in die nächste etwa 1 Zoll tief hinabhängt. Wenn bei a. der Anfang der Batterie wäre, so wird da auch ein hakenförmiger Conductor eingehängt, dessen äuſseres Ende alsdann frei bleibt. Es ist dieser der positive, und der im Wachse eingeschmolzene, der das Amalgama berührt, der negative Conductor. Jener liefert bei Anwendung eines Gold- oder Platindrathes das Oxygengas und dieser das Hydrogengas. Will man mehrere Röhren aufstellen, als bequem in einer Reihe angebracht werden können, so ordnet man sie am besten in gepaarten Reihen an; denn wenn sie ungepaart sind, so kommen die beiden Endconductoren zu weit auseinander zu stehen, welches eine groſse Unbequemlichkeit im Gebrauche des Apparats verur-

sacht. Uebrigens lassen sich diese Röhren sehr gut im Sande befestigen oder auf andere Art aufrecht erhalten. — Drei Röhren auf diese Art verbunden geben schon eine ziemlich lebhafte Gasentwickelung; — 30 Röhren gaben sehr merkliche Erschütterungen. Die Dauer der Wirksamkeit dieser Batterie ist sehr lange, und bereits länger als vierzehn Tage in ununterbrochener Wirksamkeit beobachtet. Der beständige Verlust der verdünnten Schwefelsäure an Wasser macht es nothwendig, etwa jeden zweiten, dritten Tag Tropfen Wasser, oder noch besser, verdünnte Säure nachzugieſsen. *)

Die aus diesen Röhren zusammengesetzte Batterie brachte stärkere Wirkungen hervor, als 30 Platten aus Reiſsblei und Zink, wenigstens in Ansehung der Gasentwickelung aus dem damit verbundenen Wasser. Die Wirkung derselben auf die Geschmacksorgane war auch sehr ausgezeichnet, hingegen gab es keine oder doch äuſserst geringe Erschütterungen, wenn die Kraft durch den ganzen Körper geleitet werden sollte. Gewöhnlich bediente sich Hr. S. der Conductoren von Eisen, doch zieht er ihnen Blei-

*) Bibliothek for Physik, Medicin og Oekonomie. Nordisches Archiv 2r Bd. 1tes St. und Voigts Magazin der Naturkunde dritt. Bdes zweit. St.

conductoren vor, weil sie wenig oder gar nicht von der Schwefelsäure angegriffen werden. Brachte er zwischen jede Röhre statt eines, zwei Conductoren an, so schien ihm die Wirkung verdoppelt zu sein. *)

Dies sind die zur Hervorbringung galvanischer Thätigkeit nothwendigen Materien und Apparate. Es bleibt mir, um den Lesern eine vollständige Kenntniſs des Electromotors zu verschaffen, noch übrig, das Verfahren, wodurch man zu einer wirksamen und zweckmäſsigen Verbindung derselben gelangt, und die Bedingungen anzugeben, unter welchen diese Verbindung ihre Wirksamkeit zeigt, wobei ich mich in diesem Abschnitte nur auf das empyrisch beobachtete einschränke, ohne die Theorie und Erklärung der Erfordernisse galvanischer Thätigkeit zu anticipiren. Volta selbst schichtete seine Säule zuerst so, daſs er zwischen den erwähnten Holzstäben an seine isolirende Glasplatte eine runde Silber- oder Kupferplatte legte, auf diese eine ähnliche Zinkplatte, auf diese angefeuchtetes Löschpapier, dann wieder Silber, Zink, feuchten Leiter, Silber, Zink. Nicholson, Carlisle und Cruikshank folgten ihm hierin und nannten des-

*) Nordisches Archiv zweit. Bd. zweites Stück.

halb diejenige Extremität der Säule, welche mit Silber, Zink u. s. w. anfing, den Silberpol, die entgegengesetzte aber, welche mit feuchtem Leiter, Silber und Zink beschliefst, den Zinkpol. Die mehresten Physiker folgten ihnen hierin, glaubten aber bald darauf diese Benennung der Pole ändern zu müssen, da jede der einzelnen Ketten, deren homologe Verbindung den Electromotor bildet, wesentlich aus Zink, feuchtem Leiter und Silber bestehe, in jeder derselben der Zinkpol zu der einen, der Silberpol zur entgegengesetzten Seite des feuchten Leiters liege, daher auch in der aus lauter homologen Ketten zusammenzusetzenden Säule der Zinkpol des Ganzen nach der Richtung hin zu suchen sei, nach welcher er in den einzelnen Ketten liege. Würden daher unter die erste Kette (Zink, feuchter Leiter und Silber) noch eine oder mehrere Silberplatten gelegt, so ändere dies in der Wirkung der Säule gar nichts, so wenig als die oben auf der letzten Silberplatte gelegte Zinkplatte. Bei Nicholsons angegebener Einrichtung der Säule, seien also die erste Silber- und die letzte Zinkplatte der Säule überflüssig und nicht als Glieder der galvanischen Ketten, sondern blos als ein willkührlich hinzugefügter Metallleiter zu betrachten, der,

ohne etwas zu ändern, so gut fehlen, als da sein könne. Was also Nicholson und andere, welche seine Constructionsart annahmen, Silberpol genannt hätten, sei der Zinkpol, weil er nach der Richtung dieses in jeder einzelnen Kette liege und so umgekehrt. Man bestimmte also für die Folge diese Ansicht als Norm in der Benennung der Pole zu beobachten.*) Wenn daher Nicholson und seine Nachfolger ihren electrometrischen Versuchen gemäfs den Silberpol für negativ und den Zinkpol für positiv electrisch angäben; so sei dies gerade der umgekehrte Fall. Der wahre Zinkpol oder der Gas gebende (Hydrogenpol) sei im Zustande von — Electricität, und der wahre Silberpol sei Oxygenpol und im Zustande von + E.

Eine ungleich richtigere Ansicht aber und darauf sich gründende Construction des Electromotors hatte Hr. Ritter. **) Dieser betrachtet die völlig symmetrisch construirte

*) M. s. die Abhandlungen der Herren Gilbert, Böckmann, von Arnim, Gruner und Erman in Gilberts Annalen der Physik. Achter Bd. 1801.

**) Beantwortung der Frage: welche Seite, welches Ende der Voltaischen Batterie hat man, Gründen zu Folge, das Zink-, welches das Silberende derselben zu nennen? Gilberts Annalen der Physik, 9ter Bd. 2tes St.

Batterie (z. B. fig. 1.) als einen völlig geschlossenen Kreis, wo kein Plattenpaar vom andern, keine Feuchtigkeitsschicht von der andern verschieden ist. Hier ist eigentlich von keinem Zinkdrath, von keinem Silberdrath der Batterie die Rede. Das Wasser, in welchem sich die Dräthe vereinigen (fig. 1. f.) befindet sich so gut unmittelbar zwischen Zink nach der einen und Silber nach der andern Seite und in dem nämlichen örtlichen Verhältnisse zu beiden, wie jedes andere Wasser zwischen seiner Zink- und Silberplatte. Wenn daher die Dräthe eines nach Nicholsons angegebener Methode construirten Electromotors durch eine mit Wasser gefüllte Röhre gezogen werden, d. h. der Kreis völlig geschlossen wird, so entsteht aus der untersten Silberplatte, dem Wasser in der Röhre und der obersten Zinkplatte der Säule ein neues Kettenglied, so dafs also die, nach Nicholsons Methode gelegte, unterste Silber- und oberste Zinkplatte keineswegs überflüssig ist. Da nun bei dieser Ansicht des Electromotors, welche unstreitig nach dem, was die Lehre von der galvanischen Electricität als Wissenschaft darunter zu verstehen hat, die richtigste ist, überall vom Wasser ausgegangen ist, in der einfachen Kette aber zwischen Zink und Wasser

das Oxygen, zwischen Silber und Wasser das Hydrogen vorkommt, so ist von hier aus betrachtet der Silberpol der Säule, der mit dem Wasser gränzt, der Hydrogenpol oder der negativ electrische, der Zinkpol hingegen der Oxygenpol oder der positive in electrischer Hinsicht. Ich trage daher auch kein Bedenken, diese Construction des Hrn. Ritter und hierauf passende Bestimmung der beiden Pole als die richtigere anzunehmen.

Die Bedingungen, von welchen die Existenz galvanischer Thätigkeit im Electromotor und ihre Stärke und verschiedene Beschaffenheit abhangen, liegen entweder 1) in der Construction desselben, seinen Gliedern, nach ihrer Beschaffenheit und relativen Lage, oder 2) in gewissen aufser demselben liegenden Umständen. Dieser Ordnung zufolge hat man auf folgende Umstände Rücksicht zu nehmen:

1) die Constructionsordnung des Electromotors. Diese richtet sich, wie bereits erwähnt, nach der Ordnung der einzelnen Kettenglieder und ihrer zweckmäfsigen abwechselnden Verbindung. In einer Säule, wo die eine Hälfte in der entgegengesetzten Ordnung wie die andere aufgebaut war, wurde aller Effect zernichtet, so auch wenn zwei soviel möglich starke Batterien

an ihren wechselseitig entgegengesetzten Polen mit einander verbunden wurden. Hier hörten die chemischen Wirkungen sowohl als die auf organische Theile auf. War die eine dieser Batterien an Stärke der andern überwiegend, so wurde die Wirkung des schwächern Pols in die entgegengesetzte des stärkern verwandelt, dessen Wirksamkeit aber um die Differenz beider geringer ward. *)

2) Die Beschaffenheit und vorzüglich das Electricitätsverhältniſs der einzelnen Glieder des Electromotors. Hier sind folgende Umstände zu beachten.

a) Die Erfahrung zeigt in vielfältig veränderten Versuchen, daſs nur Leiter der Electricität galvanische Thätigkeit begründen. Denn Säulen aus zwei festen Isolatoren und einem flüssigen Leiter, und eben so welche aus einem festen Isolator, einem festen Leiter und einem flüssigen geben keine Erscheinungen zu erkennen. Ritter schichtete 600 mal Glas, Staniol und nasse Pappe über einander ohne Erfolg. **)

b) Die Erfahrung zeigt, daſs nur die Ver-

*) s. Pfaff im nordischen Archiv 2ter Band 1tes Stück. S. 156.

**) Reichsanzeiger no. 66. 8. März 1802. S. 814.

bindung fester Leiter (oder sogenannter Leiter der ersten Classe) mit flüssigen (oder Leitern der zweiten Classe) galvano-electrische Wirkung bilden, während 3 Körper aus einer Classe allein, nie etwas gaben, dafs daher die durch Zufall bisher übliche Constructionsart des Electromotors aus zwei festen und einem flüssigen Leiter die wirksamste sei. Dafs blofs trockne Leiter nichts vermögen, bewies Hr. Ritter durch folgende Versuche mittelst einer Säule von 600 Plattenpaaren. Eine solche Säule mit Schafleder, welches dem Anscheine nach ganz trocken war, construirt, zeigte nach einiger Zeit denselben Grad gegenwärtiger Electricität, als wäre sie mit Wasser oder Kochsalzauflösung construirt gewesen. Sie lud die electrische Batterie zu eben dem Grade, als nasse Säulen gleicher Gröfse und bei ihrer Entladung war der Funken, der Schlag u. s. w. genau so grofs, wie bei der Entladung einer zu gleichem Grade durch gleich grofse nasse Säulen geladenen. Aber die Zeit, in der die Ladung geschahe, war verschieden. Wo bei nassen Säulen selbst nach sechs Tagen eine augenblickliche Berührung zur Ladung

hinreichte, da war bei diesen trocknen Säulen gegen 10, 15 bis 20 Minuten erforderlich. Nachdem diese Art der Wirksamkeit einige Zeit gedauert hatte, nahm sie allmählig immer mehr ab. — Waren hingegen die Lederstückchen, womit man die Säule errichtete, auf einem beständig geheitzten Ofen erwärmt, also ganz ausgetrocknet, so waren sie durchaus ohne Wirkung. Eben dies war mit Wachstuch der Fall. Nahm man es, so wie es aus dem Laden kam, so war es noch etwas feucht und wirkte ungefähr halb so stark als das erste Leder, recht erwärmt aber gar nichts. So äufserst gering also auch der zur Wirksamkeit nöthige Antheil von Feuchtigkeit ist, so dafs ein Körper dazu nicht einmal durch und durch mit Feuchtigkeit durchzogen zu seyn braucht, es vielmehr hinreicht, wenn blos die Flächen desselben damit beschlagen sind, *) so zeigen die Versuche doch, dafs man nie hoffen dürfe, in irgend einem Grade wirksame Säulen aus ganz trocknen Substanzen allein zu construiren.

*) v. Humboldt sah eine einzelne galvano-electrische Kette durch blofses Anhauchen des Metalls wirksam werden. s. oben S. 30.

c) Unter den Flüssigkeiten, die zur Hervorbringung galvanischer Thätigkeit dienen, scheint Wasser wesentlich nothwendig zu sein, denn concentrirte Schwefelsäure allein sowohl als mit oxydirter Salzsäure vermischt hatte nur sehr geringe Wirkungen. *)

d) Die Wirkung hängt sowohl in einfachen galvanischen Ketten als im Electromotor von der Wasserzersetzung in den angefeuchteten Tuchlappen und von der Oxydation der Metalle an ihrer Oberfläche ab; und die Kraft derselben scheint der Kraft des flüssigen Leiters, den Zink zu oxydiren, proportional zu sein; denn die Dauer der Wirkung ist gleich der Dauer der Zersetzung des Wassers und der Oxydation der Metalle. Reines Wasser, welches weder Sauerstoffgas, noch Salpetergas, noch andere Säuren aufgelöst enthält, ist unwirksam und der Zink wird nicht oxydirt **) so lange es rein ist, wohl aber sobald es athmosphärische Luft, Sauerstoffgas, Salpetergas oder Salzsäure aufgelöst enthält. Liquide Schwefellebern,

*) Davy in Nicholsons Journal Vol. 4. Gilberts Annalen der Phys. VIII. Bd. 1. St.

**) Davy ebendas.

die dem Zink keinen Sauerstoff zuführen, äufsern keine galvanische Wirkungen. Nach der Oxydation der Oberflächen der Metallplatten hört alle Wirkung auf. Die Salzauflösungen erhöhen dadurch die Wirksamkeit der Säule, dafs sie die Zersetzung des Wassers und die Oxydation der Metalloberflächen durch ihre vermehrte Anziehungs- oder Leitungskraft begünstigen. Daher sind die Auflösungen metallischer Salze am wirksamsten; *) allein die Wirkung läfst in diesem Falle auch viel früher nach. Bei der Oxydation der Metalle durch die angewandten Salze entsteht offenbar eine Zersetzung der letztern; denn läfst man einen wirksamen Electromotor, wobei der Salmiak angewandt ist, lange stehen, so spürt man beim Auseinandernehmen desselben einen starken Geruch vom flüchtigen Laugensalz, und hat man Kochsalz angewandt, so krystallisirt sich eine halb kaustische Sode zwischen den Metallplatten heraus. Es findet also offenbar ein Uebergang der Säuren an die Metalle statt, wodurch der andere Bestandtheil dieser Salze frei wird. Um

*) salzsauern Zink ausgenommen, der durch den metallischen Zink nicht zerlegt wird, s. Hrn. C. F. Bucholz Versuche in Gilberts Annal. der Phys. IXten Bds. 4tes St.

die erwähnten Salzauflösungen zwischen die Metalle zu bringen, bedient man sich am besten der damit angefeuchteten Platten von feinem Tuche, die aber entweder weifs oder mit einer ächten Farbe gefärbt sein müssen; denn oftmals bemerkte ich, dafs Tuchplatten von unächter Farbe die Wirkung der Batterie gänzlich verdarben, vielleicht indem sie die Oxydation der Metallplatten hinderten.

e) Daher müssen auch die festen Leiter in den einzelnen Gliedern, welche die electrische Thätigkeit begründen, von der Art sein, dafs sie die Wasserzersetzung, die Oxydation und den Uebergang der electrischen Spannung begünstigen. Daher steht die Wirksamkeit einer Säule auch im Verhältnifs mit der Berührung der dazu angewandten Metallplatten, da wo sie sich einander berühren müssen. Daher werden sie durch das Zusammenkitten wirksamer, als durch das blofse Aufeinanderlegen. Die Gestalt der Metallplatten hat auf die Stärke und Dauer der Wirksamkeit des Apparats nicht den geringsten Einflufs. Die des Hrn. Ritter sind viereckig, und halten vier Quadratzoll. Mehrentheils nimmt

man

man sie rund in der Gröſse eines Thalers. Wohl aber hat die gröſsere Ausdehnung ihrer Fläche, so wie auch die Dicke ihrer Masse auf die Stärke und Wirksamkeit der Säule Einfluſs. Ihr vorzüglichstes Erforderniſs indessen ist, daſs sie oxydabel sind, daher müssen sie sowohl als jeder leitende Punkt im Electromotor unverkalkt sein; denn befindet sich auch z. B. nur eine oxydirte Stelle in den Dräthen, fig. d. e., so hindert sie den Durchgang des electrischen Agens auf dieser Stelle. Daher müssen diese sowohl als die Metallplatten vor ihrer Verbindung zum Electromotor völlig gereinigt sein. Die Kupferplatten werden mit Sand abgeschauert, und lassen sich leichter reinigen, als die auf der Oberfläche verkalkten Zinkplatten, welche am besten mit reinem Sande abgerieben werden, wozu man sich nach Hrn. Prof. Simons Angabe*) eines starken Bretts bedient, in welchem 25 Vertiefungen etwas gröſser als die Zinkplatten, und von gleicher Tiefe, als diese dick sind, ausgestochen sind. Hier-

*) s. Scherers Journal für Chemie VI Bd. 31 Heft.

in werden die Zinkplatten gelegt, und dann so auf einmal bequem abgerieben.

2) Die von aufsen her auf die Wirksamkeit des Electromotors influirenden Umstände sind folgende.

a) Es mufs verhütet werden, dafs die Feuchtigkeit, welche durch den Druck der Metallplatten aus dem Tuche hervorgedrückt wird, nicht zwischen die beiden einander unmittelbar berührenden Metallplatten tritt. Auch in dieser Hinsicht ist das Zusammenkitten je zweier Platten dem blofsen Aufeinanderlegen derselben vorzuziehen. Andere Vorrichtungen um dies Eindringen sowohl als Herabfliefsen des Leitungswassers am Rande der Platten zu verhindern, haben Ritter und Scheel angegeben, s. oben S. 65. Indessen ist das letztere nicht so nachtheilig. Hr. Regierungsrath Hebebrand erhielt sogar einen Electromotor 5 Tage dadurch wirksam, dafs er ihn alle Abende jedesmal mit einem Schwamme von aufsen anfeuchtete und einen Sack von Papier überstülpte *)

*) s. Gilberts Annalen der Phys. VIII Bd. 1. St. S. 132.

b) Ein zweiter äuſserer Umstand, der die Wirksamkeit des Electromotors augenblicklich vermehrt, ist die Zuleitung von auſsen. So erhöht das bloſse Anfassen der Dräthe (d. e fig. 1) und der Säule selbst, sowohl mit der Hand, als vorzüglich mit irgend einem Metalle, ferner das Zusammenschlagen und Schütteln der Dräthe die Thätigkeit. Faſst man eine fast 1 Zoll dicke und 22 Zoll lange messingene und mit $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Kugeln an beiden Enden versehene metallene Röhre mittelst eines mit Salzwasser durchnäſsten Lappens am einen Ende, legt sie mit dem andern auf den Silberhaken der Batterie, und bewirkt von der Zinkseite der Batterie eine Leitung durch einen 15 Zoll langen mit zwei Knöpfen versehenen Messingstab, so wirkt die Säule, die nach mehrmaligem Aufstellen alle Kraft verlohren zu haben scheint, von neuem mit starken Schlägen. Da Hr. Hebebrandt, welcher zuerst diesen Versuch anstellte, fand, daſs hiebei der Zinkhaken in seiner Lage oft beunruhigt werde, so brachte er ein kleines Schraubenwerk auf dem durchbrochenen Dekkel des Gestells an, an dessen Bogen zu mehrerer Bequemlilchkeit bei andern

Versuchen, noch ein mit Knopf und Haken versehenes messingenes Querstänglein, allenfalls auch eine Glasschale befestigt ist, letztere um den Geschmack der Flüssigkeiten zu untersuchen, auch wohl selbst zum medicinischen Gebrauche. *)

c) Das Medium, in welchem der Electromotor wirkt, hat grofsen Einflufs auf denselben. In einem luftleeren Raume wird er sehr bald unkräftig **). Im Vacuo der Luftpumpe wurde die galvanische Thätigkeit nicht erregt, wenn die Barometerprobe bis unter 0, 6 Zoll gesunken war. Befand sich aber Salpetersäure zwischen den Platten, so war sie dennoch wirksam ***). Eine von Sauerstoffgas umgebene Säule zersetzte das Wasser in der Röhre weit schneller, dagegen eine von Salpetergas umgebene langsamer, als eine Säule in athmosphärischer Luft. Eine Säule, die im Wasserstoffgas ihre Wirksamkeit verlohren hat, erhält sie ungeschwächt durch ein

*) s. Gilberts Annalen 7ter Bd. 3 St.

**) Pfaff im nord. Archiv 2ter Bd. 1. St. S. 156.

***) Haldane und Nicholson Journal Vol. 4. s. Gilberts Annalen der Phys. 1801. VII Bd. S. 192 und 212.

augenblickliches Eintauchen in verdünnte Salzsäure. In oxygirtem salzsaurem Gas wirkte sie nur, als man sie näſste *).

d) Wärme, sowohl athmosphärische als künstliche, erhöht die Wirksamkeit des Electromotors. In den oben (S. 76 flg.) erzählten Versuchen des Hrn. Ritter wirkte er, wenn die Leder- und Metallplatten warm waren, und so lange sie es blieben, obgleich sich nur ein kaum zu bemerkender Theil von Flüssigkeit im Leder befand.

Will man demnach einen einfachen wirksamen Electromotor nach der in fig. 1. dargestellten Art construiren, so legt man zuvörderst eine von den Messingplatten (a) auf das Gestell zwischen die vier Säulen, auf diese eine Silber- oder Kupferplatte, dann eine Zinkplatte, dann eine mit Salz- oder Salmiakauflosung oder mit verdünnten Mineralsäuren angeschwängerte feine Tuchlappe, auf diese wieder Silber u. s. w., beschlieſst oben mit Silber, Zink, legt auf die letzte Platte die andere Messingplatte b, drückt auf das Ganze ein zur Aufnahme der Glas-

*) Davy in Nichols. Journ, V. 4. s. Gilberts Annal. VIII Bd. 1 St.

stäbe mit vier Löchern versehenes Brett (c), und reinigt alles von der herabfliessenden Feuchtigkeit. Statt der Messingplatten a und b kann man auch an den beiden äussersten Zink- und Kupferplatten Häkchen zur Aufnahme der leitenden Dräthe verfertigen lassen. An den Enden der letztern können dann die in isolirenden Glasröhren eingeschlossenen und mit Knöpfen versehenen Dräthe oder Conductoren (gg) angehängt werden, welche dazu bestimmt sind, die galvanische Electricität an jeden Ort hinzuführen, der aber immer, wenn Uebergang des Galvanismus statt finden soll, zuvor wohl angefeuchtet sein muss.

Will man zur Verstärkung der Wirksamkeit zwei oder mehrere Säulen zugleich benutzen, so hat man nur den Silberpol der einen mit dem Zinkpol der andern durch einen leitenden Drath in Verbindung zu bringen. In fig. 6 z. B. ist a der Zink, und b der Silberpol der einen Säule, c der Zink, und d der Silberpol der andern. Von b nach c geht ein leitender Vetbindungsdrath (e). Von a und d gehen zwei Dräthe (f. g.), welche sich in einer mit Wasser gefüllten Röhre gegenüber stehen, und das Wasser zersetzen, auch beim medicinischen Gebrauch an zwei Stellen des Körpers gebracht werden können, wodurch die Leitung der gal-

vanischen Electricität durch den Körper geführt wird *). Eine andere Verfahrungsart hatte van Marum **) Um die Säule besser zu isoliren, als es gewöhnlich zu geschehen pflegt, setzte er sie auf eine Scheibe von Harz, und erhielt sie in ihrer verticalen Stellung durch zwei Zoll lange Siegellackstangen, welche horizontal gestellt, und an 4 hölzernen Stäben um die Säule befestigt sind. Diese Siegellackstangen sind nicht an den Holzstäben selbst, sondern an andern befestigt, welche durch horizontale Löcher in den erstern gehen. Dies ist bequem, weil dasselbe Gestell, welches nur aus den genannten oben und unten durch ein viereckiges Brett befestigten Stäben besteht, zum Isoliren der Säulen von verschiedenen Durchmessern dienen kann. So isolirte Säulen hatten eine unendlich stärkere Wirkung, als die gewöhnlichen, obgleich sie nur aus holländischen 3 Guldenstücken und Zinkplatten zu $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser nebst Tuch-

*) s. z. B. Bischof Comment de usu galvanismi in arte medica Tab. 1.

**) Lettre de M. van Marum a M. A. Volta Professeur à Pavie contenant des experiences sur la colonne electrique faites par lui et le Profess. Pfaff dans le laboratoire de Teyler a Harlem en Novembre 1801. a Harlem.

scheiben bestand, welche in einer Salmiakauflösung getaucht waren. Die Herren Pfaff und van Marum verbrannten durch eine so isolirte Säule von 60 Paren schon einen Eisendrath, der $\frac{1}{240}$ Zoll im Durchmesser hatten. Um sich zu überzeugen, dafs das Isoliren zur stärksten Wirkung der Säule nöthig ist, legten sie ein feuchtes Kartenblatt an, und der Effect ward sogleich beträchtlich vermindert, Die Erschütterung von einer Säule von 200 auf die angegebene Art isolirten Plattenpaaren, betrifft den ganzen Körper dessen, der sie berührt, und ist so heftig, dafs niemand, der sie einmal gefühlt hat, sie je wieder versuchen mag. Eben so verhalten sich alle übrige Wirkungen sehr heftig.

Da man mit Recht erwarten konnte, dafs die Action des Electromotors um so stärker vermehrt sein müsse, je gröfser die Oberfläche der Metallplatten wäre, aus denen er construirt wird, so bedienten sich die Herrn Fourcroy, Thenard und Vauquelin der Scheiben von einem Quadratschuh im Durchmesser zur Erbauung einer Säule, deren Wirkungen wesentlich folgende waren: Die Erschütterungen und die Wasserzersetzung waren dieselben wie bei einer gleichen Anzahl kleiner Scheiben; aber die Verbrennung

metallener Dräthe geschah auf der Stelle mit Heftigkeit, und brachte man sie in Sauerstoffgas, so entzündeten sie sich mit einem sehr lebhaften Funkenwerfen, während kleine Scheiben in groſser Anzahl nichts ähnliches hervorbrachten. Das Gesetz, wonach die Verbrennung geschieht, steht also im Verhältniſs zur Oberfläche der Scheiben, während die übrigen Erscheinungen mit der Anzahl derselben im Bezug stehen.

Als diese Versuche im Moniteur *) bekannt gemacht waren, lieſs sich der berühmte Physiker van Marum zu Harlem 32 Plattenpaare von 5 Zoll im Quadrat verfertigen. Diese wurden sehr glatt polirt, damit sie sich genau berührten. Mit der Salmiakauflösung zur Säule construirt, war van Marum im Stande, 5 Zoll des erwähnten Eisendraths damit ganz in Kügelchen zu zerschmelzen. Bald darauf vermehrte er seine Plattenpaare bis auf 70 von 1½ bis 2 Linien Dicke. Da aber, wenn diese Platten in einer Säule construirt werden, durch den Druck das Wasser aus den Tuchplatten so sehr ausgedrückt ward, daſs die Säule unwirksam wurde, so muſste man darauf den-

*) Vom 5ten Messidor an IX vergl. Pfaffs Brief aus Paris in Gilberts Annal. VIII Bd. S. 370. flg.

ken, sie in mehrere Säulen zu vertheilen. Daraus entstand der in Fig. 7 abgebildete Apparat. Die unterste Kupferplatte, welche die Säulen C und D verbindet, hat rund herum einen Rand um das Befeuchten der isolirenden Platte zu verhüten. Die Säulen A und B zu isoliren ist unnöthig. — Auf diese Art errichteten die Herrn Pfaff und van Marum 4 communicirende Säulen, welche zusammen 110 Paare enthielten. Um ihre Wirkung zu untersuchen, wandten sie einen leitenden Drath an, dessen eines Ende eine der äufsersten Säulen A oder D, und das andere eine andere Säule berührte. Zur Untersuchung der Wirkung der beiden Säulen A und B oder der von C und D durften sie nur die Kupferplatte e abnehmen. welche die Säulen A und C vereinigte. Von diesen Säulen bemerkten sie folgende Wirkungen:

1) Die Säulen A und B, welche zusammen 50 Plattenpaare hielten, brachten 8 Zoll des beschriebenen Draths zum Glühen, und schmolzen einen grofsen Theil desselben.

2) Die Säulen C und D, die zusammen aus 60 Plattenpaaren bestanden, in denen aber die Kupferplatten dünner und kleiner waren, glühten nur 6 Zoll durch,

wahrscheinlich, weil die Pappen nicht gehörig angefeuchtet waren.

3) Alle 4 Säulen verbunden, brachten 20 Zoll dieses Draths znm Glühen.

4) Wurde aber eine Nadel am vordern Ende des Fadens befestigt, und die Säule mit der Spitze derselben berührt, so war die Wirkung lange nicht so stark.

5) Die Funken, welche sich bei dieser Gelegenheit zeigten, kamen bald von der einen, bald von der andern Extremität; doch liefs sich kein Unterschied zwischen den hervorkommenden (oder positiven) und hineingehenden (negativen) Funken bemerken. Die Funken strahlten gleichmäfsig um sich, und wurden offenbar durch das Verbrennen der Spitze des Eisendraths hervorgebracht, der von einer Säule auf mit der andern in Verbindung stehendes Quecksilber gebracht wurde; denn wandte man statt des Eisens Platina an, welche nicht verbrannte, so hatten die Funken weder anf der einen noch andern Seite merkliche Strahlen. Denjenigen, welche die physikalischen Versuche um des schönen Anblicks, welche sie gewähren, lieben, mufs das Verbrennen der Spitze des Eisendraths, viel Vergnügen machen; denn es geschieht

mit solcher Gewalt, dafs die Spitze von allen Seiten Funken streut, welche eine unzählige Menge glänzender Strahlen und zusammen kleine Sonnen von mehreren Zollen im Durchmesser bilden. Drückt man die Spitze des Eisendraths langsam herab, sobald sie durch das Verbrennen vorn zerstört ist, so kann man dies schöne Schauspiel so lange fortsetzen als man will. Auch wenn man das auf einer Säule (A) stehende und mit demselben combinirte Quecksilber mit der Spitze einer Nadel, die an dem von D kommenden Drathe hängt, berührt, sieht man Funken, die aber nur so lange dauern, bis die Nadel ihre Spitze verloren hat. Die Versuche gelangen mit Drath zu $\frac{1}{240}$ Zoll (No 16 im Handel) $\frac{1}{151}$ Zoll (No. 11 und $\frac{1}{107}$ Zoll im Durchmesser (No. 7) No. 11 gab die glänzendsten und gröfsten Sterne. Ist hingegen die Stärke der Säule nicht so beträchtlich, so gelingt es besser mit No. 16.

6) Nahm man den Drath zu dick, als dafs er hätte geschmolzen werden können, so sah man deutlich eine Oxidation des Quecksilbers auf seiner Oberfläche.

7) Das äufserste Ende eines Platinadraths

von $\frac{1}{75}$ Zoll im Durchmesser schmolz, und bildete eine Kugel.

8) Die Funken, welche aus dem leitenden Drathe hervorkamen, hatten, wenn dieser nicht zu dünn war $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser.

9) Dagegen zeigte sich die electrische Spannung dieser Säule und seiner verschiedenen Theile, durch die Berührung eines sehr empfindlichen Electrometers eben so stark, als die einer andern Säule von eben soviel Zink- und Silberplatten, die nur anderthalb Zoll im Durchmesser haben.

10) Die Commotionen dieser Säule von grofsen Metallplatten waren denen, welche eine Säule aus eben soviel kleinen Platten giebt, so ähnlich, dafs kaum ein Unterschied zu bemerken war.

11) Eben so verhält es sich mit dem Laden einer electrischen Flaschenbatterie. Eine Flaschenbatterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfufs Inhalt ward durch eine einzige Berührung eben so stark von dem grofsen Electromotor geladen, als von dem aus kleinern Platten.

Eben diese verhältnifsmäfsige Wirkung des Electromotors aus grofsen Platten, bestätigten Pfaff und Simon. Ersterer ver-

brannte damit dicken Eisendrath wie Zunder in athmosphärischer Luft, und konnte durch den Condensator doch kaum Spuren von Electricität erhalten *). Letzterem gelang es vorzüglich die trefflichsten und gröſsten Funken hervorzubringen **).

Wirkungen des Electromotors auf unbelebte Stoffe.

Im Allgemeinen beweisen die chemischen Wirkungen der galvanisch electrischen Thätigkeit ihre Wichtigkeit in allen chemischen Processen, ja man kann, wie Pfaff sagt, „jetzt „schon die Vermuthung wagen, daſs der Gal„vanismus es ist, welcher die unendliche Man„nigfaltigkeit der inviduell bestimmten Ma„terien hervorbringt, gleichsam als dasjenige „Princip, das dem Gestaltlosen Gestalt giebt, „und den ewigen Wechsel der Natur be„gründet. Wir werden aufhören, bei den „sogenannten einfachen Stoffen der antiphlo-

*) Gilberts neue Annalen der Phys. IX Bd. 2 St. S. 264.

**) Ebend. IX Bd. 4s St. nebst Abbildung.

„gistischen Chemie stehen zu bleiben, sie „werden uns immer mehr als verschiedene „Potenzen einer Grundkraft erscheinen, an „denen das Ponderable wahrscheinlich durch„aus identisch ist*).“ — Hr. Treviranus vermuthet sogar, daſs zwischen der Erde und dem Monde ein beständiger galvanischer Proceſs statt finde, der durch den Einfluſs der Sonne modificirt werde, und daſs dieser vielleicht den Grund aller meteorologischen Veränderungen enthalten, weil sich die Hauptbedingungen des Galvanismus (nämlich Einwirkungen zweier Körper von einem verschiedenem Grade der Oxydationsfähigkeit auf einander und auf eine oxydirte Flüssigkeit) bei der Erde und dem Monde wiederfinde. Die Entscheidung dieser Frage beruhe hauptsächlich auf die Bestimmung: ob galvanische Processe auch ohne Berührung der galvanischen Excitatoren möglich sei oder nicht? Dem zufolge müſsten die tägliche Ebbe und Fluth der Athmosphäre, die Exacerbationen und Remissionen der Fieber, so wie die Entstehung der epidemischen Krankheiten aus den Wirkungen des Galvanismus auf die leblose Natur erklärt werden. **)

*) Nordisches Archiv, zweit. Bd. erst. St. S. 152.
**) Gilberts Annal. d. Phys. VIII. Bd. erst. St.

Die Beweise der sichtbaren Einwirkung galvanischer Excitatoren auf unorganische Körper habe ich bereits erwähnt (s. oben S. 41. 42. 43.) Von der Einwirkung des Electromotors aber auf die ihn umgebende Athmosphäre, auf das Wasser, auf verbrennliche und leichte Körper muſs ich umständlicher sprechen.

Daſs ein wirksamer Electromotor die ihn umgebende Luft zersetze und den Sauerstoff derselben absorbire, erhellt aus einigen über einer pneumatischen Wanne unter einer Glascampane angestellten Versuchen von Biot und Cuvier. Denn es fand sich ohngefähr ein Fünftheil der ganzen Gasmenge absorbirt, der Rückstand war merklich leichter als athmosphärische Luft und verlöschte Wachslichter augenblichlich, woraus man schlieſsen muſs, daſs er Stickgas sey. Im geschlossenen Zustande absorbirt die Säule weit mehr Sauerstoff als im nichtgeschlossenen *) Aus dieser Absorbtion des Sauerstoffs erklärt sich die ungleich heftigere Wirkung des Electromotors im Sauerstoffgas. Auch nahmen hievon Fabroni und Haldane ihren vorzüglichsten Grund für die Meinung

*) Annales de Chimie, Tom. 39. no. 117. p. 242. flg. vergl. Gilberts Annalen d. Phys. X. Bd. 2. St.

nung her, dafs die ganze Wirkung der galvanischen Electricität auf einem chemischen Processe beruhe, also lediglich für ein Verbrennen zu halten sei, ähnlich dem, welches bei der Vermischung von Schwefel, Eisenfeilspänen und Wasser entsteht *).

Um die Gasarten aus dem Wasser zu entwickeln, leitet man von beiden Polen des Electromotors Dräthe ab, deren Spitzen in einer mit Wasser gefüllten, auf beiden Seiten mit Kork wohlverschlossenen Röhre einander gegenüber stehen und schliefst dadurch die ganze Kette. Es erfolgt hier auf der Seite des von unserer Silberseite (nach S. 85.) kommenden Draths eine Entwickelung von Wasserstoffgas, von der Zinkseite aber Sauerstoffgas. Hat man sich kupferner oder messingener Dräthe bedient, so oxydirt sich auf der letztern Seite der Drath gänzlich und es steigt nur auf der erstern das Wasserstoffgas auf. Hat man sich silberner Dräthe bedient, so giebt der Gasgebende oder Hydrogendrath wenig Luft, es setzen sich aber schöne Silberdendriten an ihm an. Herr Gruner **) erklärt dies aus der am Hydro-

*) Nicholson Journ. of nat. philos. IV. pag. 313. Gilberts Annal. VII Bd. St. 2.

**) Gilberts Annalen VIII. Bd. 2. St. S. 216.

gendrath erfolgenden Reduction des am Oxygendrathe entstandenen Silberoxyds. Gold- oder Platinadräthe sind zur Entwickelung beider Gasarten am paſslichsten. Sie müssen so in das mit Wasser angefüllte Rohr eingesenkt werden, daſs die Enden beider im Wasser ungefähr ½ Zoll voneinander abstehn und in der Röhre, welche eine perpendiculäre, der Säule conforme Richtung haben muſs, frei hangen.

Folgende Umstände sind es, auf welche die gröſsere oder mindere Zersetzung des Wassers beruht.

1) Es steht die Menge des aus dem Wasser entwickelten Gas mit der Stärke der galvanischen Wirkung im Electromotor in Verhältniſs, wenn die Umstände übrigens gleich sind.

2) Je weiter die Spitzen der beiden Metalldräthe in der Zersetzungsröhre voneinander abstehen, um so viel stärker muſs die Galvanische Action seyn, die durch sie Luft aus dem Wasser entwikkeln soll. (Auf diese beiden Grundsätze beruht die Einrichtung desjenigen Instruments, welches Dr. Oersted als zweckmäſsig zur Messung der galvanischen Thätigkeit vorschlug. Es besteht aus einer Glasröhre, die mit Wasser ge-

füllt wird und auf einem jeden Ende mit einer Messinghülse verschlossen ist. Durch diese Hülsen gehen 2 sehr dünne Golddräthe, die in feinen Glasröhren eingekittet sind. Der eine Drath läſst sich im Leder hin und her schieben, damit der Abstand beider nach Belieben vermehrt oder vermindert werden kann. Von dem untern Ende der Röhre steigt eine feine Glasröhre mit enger Oeffnung auf, in welcher alsdann das Wasser steigen muſs, wenn sich in der gröſsern Röhre Luft entwickelt. Das stärkere oder geringere Aufsteigen der Luft bei weiterm oder näherm Gegenüberstehen der Drathspitzen in der Zersetzungsröhre geben hier einen richtigen Maaſsstab der Wirksamkeit des Electromotors ab.)

3) Je näher am Ende des Electromotors die Gaserzeugung und Oxydirung im Wasser vor sich gehen, desto lebhafter erfolgen sie. Daher müssen die Dräthe, welche die Zersetzungsröhre mit den Polen des Electromotors verbinden, nicht zu lang seyn. Indessen erstreckte sich doch bei einem Versuche des Hrn. Prof. Huth *)

*) Gilberts Annalen der Phys. Zehnter Band, erst. St.

STAATSBIBLIOTHEK BAMBERG

die chemische Wirkung einer hundertschichtigen Silber-, Zink- und Salzwassersäule durch zwei 16 Zoll lange und neun 39 Zoll lange unterbrochene, aber mittelst Messingdrath mit einander verbundene Wassersäulen. Die Länge der Ketten, der Säule, der Dräthe u. s. w. hinzugerechnet, wirkte in dieser Verbindung jedes Ende der Säule auf eine Länge von 430 Zollen. Doch ist in den mittelsten Röhren einer aus mehreren mit Wasser gefüllten Röhren bestehenden Verbindungskette sowohl die Gaserzeugung als die Oxydirung am schwächsten, und wenn eine solche Verbindungskette sehr lang ist, so bemerkt man in den mittlern Röhren zwar Oxydirung, aber keine Gaserzeugung.

Sind dem Wasser fremde Körper beigemischt, so werden sie zuerst zersetzt. So z. B. senkt sich bei dem Urin zuvörderst der Schleim zu Boden, eher die Flüssigkeit selbst zersetzt wird. Herrn Prof. Grimm scheint dies ein Beweis zu seyn, daſs man von der Anwendung des Galvanismus die Auflösung des Blasensteins hoffen könne *). Die

*) Gilberts Annal. der Phys. 7. Bd. 4. St.

(unten angeführten) Erfahrungen beweisen das Gegentheil. —

Diese Veränderung im Wasser geschieht nur wenn die Kette geschlossen wird, und in der Zersetzungsröhre eben sowohl als in der zwischen den Metallplatten befindlichen in den Tuchplatten aufgenommenen Flüssigkeit. Was aber die Ursache derselben und der Gasentwickelung sey, darüber können wir aus den bisherigen Erfahrungen noch nicht vollkommen entscheiden. Würde es durch genaue Gewichtsversuche vollkommen bestätigt, daſs die gebrauchte Wassermenge, auf welche man den Electromotor so einwirken lieſs, daſs eine beträchtliche Menge Luft sich aus derselben entband, keinen Verlust erlitten hätte, so könnte man weder auf eine Zersetzung des Wassers in seine der lavoisierschen Theorie gemäſs angenommene Bestandtheile, noch eine eigentliche Verwandlung des Wassers in die beiden Gasarten statuiren, sondern man müſste blos auf eine Entbindung gasartiger Stoffe aus dem Electromotor und Uebergang derselben durch die Dräthe ins Wasser schlieſsen. Hrn. Gruners Versuche hierüber zeigten ihm nicht den geringsten Verlust an der gebrauchten Wassermenge *). Eben dies lehrten mich

*) s. Gilberts Annal. d. Phys. VIII. Bd. 2. St. S. 216.

eigne Versuche, die ich indessen noch fortsetzen und wiederhohlen werde. Auch bemerkt man bei genauer Betrachtung der Luftentwickelung das unmittelbare Entstehen und Hervorkommen der Luftbläschen an der Spitze der Dräthe. Da es nun durch ältere und neuere Versuche erwiesen ist, daſs positive Electricität die oxygengebende, negative Electricität die hydrogengebende ist, und wir demnach da, wo durch Electricität Sauerstoff hervorgebracht wird, auf die Gegenwart jener, wo Wasserstoff durch sie erscheint, auf das Vorhandenseyn dieser schlieſsen dürfen *), so scheint durch diese Phänomene der Gasentwickelung nur der von Schelling aufgestellte Grundsatz, daſs der Sauerstoff das Princip der positiven, das Hydrogen dagegen das Princip der negativen Electricität sey **), bestätigt zu werden und also in einem wirksamen durch Wasser geschlossenem Electromotor bei dem Ausflusse beider Stoffe ein Uebergang und Aufsteigen derselben im Wasser statt zu haben. Selbst das Gewichtsverhältniſs beider Gasarten scheint dies zu bestätigen; denn das in dem Wasser,

*) M. s. Reinhold's Abhandlungen in Gilberts Annalen, 10. Bd. 4. St. und im 11. Bande.

**) s. Dessen Zeitschrift für speculative Physik, Bd. 1. Heft 2. S. 90 flg.

womit die galvanische Kette geschlossen ist, aufsteigende Hydrogengas verhält sich zu dem Oxygengas wie 85 zu 15, weil der gröſste Theil des Sauerstoffs an das oxydabelste Metall übergegangen ist, und dies verkalkt hat. Die Menge der ins Wasser übergegangenen gasartigen Stoffe richtet sich überhaupt nach der Stärke der Einwirkung des Electromotors, daher Prof. Simon die Zersetzungsröhre als ein Galvanoscop (eigentlich Galvanismoscop) betrachtet um damit die Stärke der Wirkungen verschiedener Säulen gegen einander zu vergleichen, indem die Stärke ihrer Wirkung in geradem Verhältnisse der Räume stehe, welche die vermittelst ihrer in einerlei Zeit entwickelten Gasarten einnehmen. *)

Cruikshank nahm, um die Erscheinungen der Gasentwickelung befriedigend zu erklären, einen doppelten Zustand für den galvanischen Strom, einen oxydirten und desoxydirten an. Bei dem Uebergange aus den Metallen in Flüssigkeiten, die Sauerstoff enthalten, bemächtige er sich desselben und werde oxydirt, bei dem Einströmen in das Metall aber

*) S. Gilberts Annal. VIII. Bd. 1. St. S. 28. Taf. 1. Fig. 11.

nehme er seinen vorigen Zustand wieder an, und werde desoxydirt. Ströme nun z. B. der unoxydirte galvanische Strom aus dem Drathe des Silberendes in das Wasser über, so bemächtige sich derselbe des Sauerstoffs im Wasser und entbinde den Wasserstoff, der sich zugleich in Gasgestalt zeigt, trete er aber in den Drath der Zinkseite zurück, so lasse er den aufgenommenen Sauerstoff wieder fahren und dieser entfliehe entweder in Gasgestalt, wenn der Drath von Gold ist, oder oxydire denselben, wenn er von einem andern Metall ist, oder verbinde sich mit einem Antheil Wasser zur Salpetersäure, welches die Erfahrung ebenfalls bestätigt; denn Pfaff und Böckmann beobachteten beim Wasserzersetzen mit destilirtem Wasser in der Hälfte des Wassers auf der Oxygenseite den Geruch von salpetriger Säure sehr merklich und eine Prüfung dieses Wassers mit verschiedenen Reagentien zeigte die deutlichsten Spuren der Salpetersäure. *)

Zum Beweise dieser Hypothese führt Cruikshank noch an: daſs alle Flüssigkeiten, welche keinen Sauerstoff haben z. B. Alkohol, Aether, den galvanischen Strom nicht

*) S. Gilberts Annalen d. Phys. VII. Bd. S. 519. und 245.

hindurchleiten, dafs hingegen die, welche Sauerstoff enthalten, ihn fortleiten *).

Herr von Hauch nimmt ebenfalls zwei entgegengesetzte Ausströmungen von den entgegengesetzten Seiten der galvanischen Batterie an, welche aus verschiedenen Grundstoffen oder Bestandtheilen zusammengesetzt seien, die wegen ihrer Verwandschaft mit einander ein Bestreben äufserten, sich mit einander zu verbinden. und da die Wärmematerie und Lichtmaterie vermuthlich eine bedeutende Rolle bei den galvanischen Phaenomenen spielen, so scheine es nicht unpassend, dieselben als den einen Bestandtheil des galvanischen Fluidums anzunehmen und diesem den gemeinen Nahmen Feuermaterie zu geben, die er mit F, den andern uns unbekannten Bestandtheil hingegen mit G, bezeichnet. Das galvanische Fluidum von der Zinkseite der Batterie bestehe aus — F und — G und der von der Silberseite aus + F und + G. Die Verwandtschaft zwischen + F und dem Wasserstoff sey stärker als zwischen + F und + G und andererseits auch wieder die Verwandtschaft zwischen — F und dem Sauerstoff stärker als zwischen — F und — G, in beiden Fällen aber stärker als die Verwandtschaft zwischen dem

**) Nicholson Journal Vol. IV. p. 254. flg. Gilberts Annalen d. Phys. Bd. VII. St. S. 88. flg.

Sauerstoff und Wasserstoff des Wassers. Darum müsse der Galvanismus der Silberseite (S. G.) indem er den Metalldrath verlasse vermittelst der Verbindung von +F mit dem Wasserstoff des Wassers Wasserstoffgas hervorbringen, wodurch denn der Sauerstoff des Wassers frei werde, sich mit —F von Z G vereinige und Sauerstoff bilde. Das von beiden Seiten frei gewordene +F und +G behalte seine Tendenz zu den Metalldräthen und vernichte sich einander durch gegenseitige Verbindung; man könne es daher mit o G bezeichnen *).

Um zu entscheiden, ob das Aufsteigen des Wasserstoffgas und Sauerstoffgas bloſs von der Trennung beider in der lavoisierschen Chemie als die Bestandtheile des Wassers aufgestellten Stoffe herrühre oder ob nicht wirklich das Wasser selbst in jene Gasarten verwandelt werde, versuchte man es, die galvanische Electricität beider Pole auf zwei verschiedene getrennte Wasserportionen einwirken zu lassen und erhielt dabei in jeder Portion ein eignes Gas. Pfaff bediente sich zu dieser Trennung eines durch eine wasserdichte Scheidewand in zwei mit Wasser gefüllte Hälften abgetheilten Gefäſses. Die Scheidewand hatte nur auf einer Stelle eine Oeff-

*) Nordisches Archiv der Naturkunde, A. W. u. s. w. zweiter Bd. zweites St. S. 41.

nung, die mit einem wohl durchnetzten Pfropf vollkommen verschlossen war. Ueber die beiden Hälften des Gefäſses, in welche Golddräthe von den beiden Polen der Säule geleitet waren, waren Cylinder angebracht, in welchen die in jeder Hälfte sich absondernden Gasarten eine jede für sich aufgefangen ward. Das galvanische Fluidum ward hier durch den nassen Pfropf hindurchgeleitet, ohne daſs an den beiden Polen des Pfropfes selbst eine Luftentwickelung statt fände. In 10 Tagen, durch welche der Versuch mit diesem Apparat fortgesetzt ward, erhielt Hr. Pfaff 3 Kubiczoll Wasserstoffgas und in der andern Abtheilung 1 Kubiczoll Sauerstoffgas. Auf diese Art glaubt Herr Pfaff, werde der wichtige Satz fest begründet, daſs das Wasser, in der Sprache der Chemiker zu reden, ein elementarischer Stoff sey und nach Belieben in Sauerstoff oder Wasserstoffgas verwandelt werden könne. „Was schon Lichtenberg als Hy„pothese hingeworfen,“ sagt Pfaff, „was ich „in meiner Schrift über thierische Electrici„tät und Reitzbarkeit zu einer Erklärung der „Erscheinungen der Muskelreizbarkeit be„nutzte, daſs nähmlich das Wasserstoffgas sich „vom Sauerstoffgas wie + und — unterscheide, „jenes Wasser mit negativer, dieses Wasser „mit positiver Eelectricität sey, scheint durch

„die neuern galvanischen Versuche, nun bis „zur Evidenz erwiesen." *). Davy bediente sich zur Trennung der beiden Wasserportionen der thierischen Fleischfiber und erhielt ebenfalls aus der einen bloſs Sauerstoffgas aus der andern bloſs Wasserstoffgas. — Doch trennten diese Scheidungsmethoden die beiden Gasentbindungen nur mechanisch, so daſs kein Wasser von einem Orte zum andern herüber kommen konnte. Um aber zu einem sichern Resultat zu gelangen, suchte Ritter die beiden Wasserportionen chemisch zu trennen, d. i. das Scheidungsmittel durfte nicht selbst von der Art seyn, daſs seine beiden Extremitäten in Berührung mit Wasser auf eben dieselbe Art Oxygen und Hydrogen darstellen, als die Dräthe, zwischen welchen diese Gasarten entbunden werden, oder es darf keine chemischen Pole haben, muſs also etwas von wässerigen Feuchtigkeiten verschiedenes seyn. Darum bediente sich Herr Ritter **) der concentrirten Vitriolsäure, um nicht nur, wie bei Davy's und Pfaffs Versuchen die Producte, sondern auch

*) Gilberts Annalen der Physik 7ten Bds 3s St.

**) S. Gilberts Annalen der Physik IX Bd. drittes St. Voigts Magazin f. den neusten Zustand der Naturkunde zweiter Bd. zweites St. Weimar 1801. S. 356.

die Quellen derselbigen von einander zu trennen. Das hiebei sich zeigende Resultat war nun, daſs die beiderseitigen Erscheinungen des Oxygens und Hydrogens nicht das Product einer ungetheilten Zersetzung seien, deren Sphäre sich vom Ende des einen Draths bis zum Ende des andern erstreckte, sondern daſs die Erzeugung jeder dieser Gasarten ein Proceſs sei, der ganz und gar nicht mit dem der Erzeugung des andern zusammenhange uud daſs beide durchaus ganz unabhängig von einander und einzeln statt haben können.

Ich würde mich hier zu weit in das Gebiet der Chemie verbreiten müssen, wenn ich alle Gründe und Gegengründe für Ritters Meinung: daſs das Ponderable beider Gasarten bloſses einfaches, aber verwandeltes Wasser sey, angeben wollte *). Herr Ritter betrachtete die beiden Wasserportionen, deren jede ihr Gas liefert, als völlig getrennt, und die concentrirte Schwefelsäure als einen Zwischenleiter, woran kein Gas erzeugt werde. Herr von Arnim wiederholte seine Versuche, bekam aber verschiedene Resultate. An beiden Seiten entwickelte sich Gas in der concentrirten Schwefelsäure und zugleich bemerkte er in der Schwefelsäure die Bildung

*) Am vollständigsten findet man diese in Dr. I F. Erdmanns Inauguraldissertation. Wittenb. 1802. Dresd. b. Gerlach.

der Salpetersäure *). Ueberhaupt aber kommt hiebei zwar jede Gasart einzeln, jedoch immer in Verbindung mit andern an einer nicht weit entfernten Wassermasse zum Vorschein. Auch vermuthet Hr. Prof. Simon mit Grunde, daſs die Einwirkung der voltaischen Säule vielleicht bloſs eine Oxydirung und Desoxidirung des Wassers sey, da mehrere Stoffe bei verschiedenen Verhältnissen ihrer Bestandtheile unter abwechselnden Modificationen erschienen. Vielleicht werde durch die Wirkung des Galvanismus bloſs das Verhältniſs der respectiven Bestandtheile des Wassers oder der Oxyde d'Hydrogene verändert **).

Um aus dem Electromotor Funken zu erhalten, ist das einfachste Verfahren, einen etwa ½ Linie dicken nicht oxydirten Eisendrath z. B. an die unterste Silberplatte zu befestigen und mit dem andern Ende die oberste Zinkplatte zu berühren. Weniger deutlich sind die Funken, wenn man sich Drathe aus andern Metalle bedient ***). Sehr lebhaft erhält man sie, wenn man die bei-

*) Gilbert Annalen VIII. Bd. St. 2.

**) Scherers Journal der Chemie III Bd. 31stes Heft.

***) Böckmann in Gilberts Annal. acht Bd. 2tes St.

den Dräthe am Lichte schwarz macht und gleichsam mit einem feinen Kohlenstaube überzieht. Die Kohlentheile wirken als die feinsten Spitzen. Daher entsteht sichtbares Brennen des Ueberzugs eines Thalers z. B. den man an dem Lichte schwarz gemacht hat, wenn man ihn mit beiden Dräthen der Pole des Electromotors berührt. Daſs hier offenbar eine Verbrennung vorgeht, zeigen die Versuche an groſsen sehr wirksamen Electromotoren. Ein Blatt feines Gold an die Zinkseite einer Säule von 180 Lagen gebracht und mit dem Drathe der Kupferseite berührt, verbrannte mit einem knisterndem Geräusche und vortrefflicher Lichtentwickelung. Feines Blattsilber brannte mit einem schönen grünen Feuer, Messing mit einem röthlich blauen, gewalztes Kupfer mit einem smaragdgrünen, Zink mit einem weiſsblauen, Zinn mit röthlichweiſsem. Verbrennt man edle Metalle in einer hohlen Glaskugel, so verschwindet das Metall bis auf das letzte Atom und legt sich als Oxyd an die Wände der Kugel an *). Starke sonnenartige Funken erhält man nur durch Berührung eines feinen, am Haken

*) Beschreibung der am 8ten April 1801 in der Versammlung der kurf. Akad. nützlicher Wissensch. zu Erfurt angestellten Versuche in den Erfurter gel. Anz. 1801.

der obern Zinkplatte hängenden Goldplättchens mit der Spitze eines sehr feinen Draths. Auf diese Art lockte Hr. Pfaff aus einer Säule von 8 Lagen, besonders bei starker Erwärmung schon Funken hervor. Sehr wirksam zu diesem Behuf zeigten sich auch alle Braunsteinerze, besonders je erdiger und zerreiblicher sie waren, auch die Holzkohle und der Graphit *).

Dünne Dräthe z. B. Klaviersaiten, die mit den beiden Polen des Electromotors, vorzüglich wenn dieser groſs und wirksam ist, in Verbindung stehen, ziehen einander an und beweisen eine ziemlich starke Adhaerenz nach erfolgter Berührung. Da dies Anziehen und Abstoſsen sich ebenfalls an Goldblättchen beweiſst, so bedient man sich des Electrometers als eines sichern Galvanismometers (nach Prof. Huths Bemerkung **), unstreitig die richtigere Benennung dieses Werkzeuges statt Galvanometer, weil es nicht die Stärke des Galvani, sondern des Galvanismus anzeigen soll.) Eben hierauf gründet sich auch Dr. Bischofs von Hrn. Voigt ausgeführte Idee eines Galvanismometers ***).

*) Gilberts Annalen 7. Bd. S. 516.
**) Gilberts Ann. 10. Bd. 1. St. S. 47.
***) S. Bischofs angef. Schrift Tab. 2 Fig. 3. 4.

Er-

Erscheinungen, welche sich bei der Einwirkung des Electromotors auf die Organe thierischer Körper und auf organische Stoffe zeigen.

Die bekannte Erscheinung, daſs electrische Schläge das Sauerwerden des Biers, des schlechten Weins und das Faulen der animalischen Stoffe befördert, bestätigt sich auch als Wirkung der galvanischen Electricität. Prof. Grimm beschleunigte die Gährung im Ungarwein durch das Einwirken eines kleinen Electromotors *). v. Arnim säuerte dadurch rothen Wein in 2 Stunden und Pflanzenschleim gieng bald nach einander erst in eine weinige, dann in die faule Gährung über. Blut faulte dadurch sehr schnell. In einer mit Urin angefüllten Röhre überzogen sich die Dräthe eine beträchtliche Zeit mit einer weiſsen Masse, nach deren Abfallen erst die Gasentwickelung vor sich ging. Die weiſse Masse selbst, eigentlich der Harnstoff des Urins, roch schon nach 2 Stunden so unangenehm, wie sonst erst nach Wochen. Eiweis und noch schneller Eidot-

*) Gilberts Annal. der Phys. 8. Bd. 3. St.

ter nahmen bald einen unangenehmen Geruch an. Die Erscheinungen, welche diese Stoffe dabei darboten, waren mannigfaltig. Das Eiweis verwandelte sich an der Hydrogenseite in eine weiſse, schaumige, undurchsichtige Masse, der durch Kochen in der Gerinnung ähnlich; an der Sauerstoffseite legte es sich nur in einer etwas dichten aber völlig durchsichtigen Masse an. Das Eidotter legte sich an beide Dräthe an, es wurde an der Sauerstoffseite etwas dunkler gelb, an der Hydrogenseite etwas weiſser und die Gasentwickelung war sehr gering. Samenfeuchtigkeit verhielt sich ganz wie Eiweis; nur griff sie durch die deutlich darin gebildete oxydirte Salzsäure das Gold stark an, welches indessen auch ohne Galvanismus geschieht, woraus die Gegenwart der oxydirten Salzsäure darin zu folgen scheint *).

Galle ward zersetzt, einige feste schleimige Theile sonderten sich ab und fielen nieder. In der Säule zur Anfeuchtung der Tuchplatten angewandt, befördert sie ebenfalls die Oxydation der Metalle und die Wirkung der Säule. Gallensteine in der Zersetzungsröhre litten keine Veränderung. Mit Blasensteinen habe ich vielfältige

*) s. vergl. Grimm a. a. O. und von Arnim in Gilberts Annal. VIII. Bd. 3s St.

Versuche gemacht. Ich liefs Säulen von 100 bis 200 Platten auf destillirtes Zersetzungswasser, in welches ich Blasensteine von verschiedener Consistenz zwischen die Spitzen der Dräthe gebracht hatte, Tagelang wirken, ohne dafs auch, selbst bei den mürbesten, die mindeste Gewichtsabnahme zu spüren war. Vielmehr waren diese um einige Grane schwerer geworden von der Aufnahme des Wassers, welches indessen aber auch bei andern in bloſses Wasser gelegten geschah.

Eine besondere Einwirkung des verstärkten Galvanismus auf todtes thierisches Fleisch bemerkte man, als man um nach Davy's Methode Flüssigkeiten in verschiedenen Röhren der Einwirkung des Electromotors auszusetzen, 2 Röhren unten durch einen Streifen mageres Rindfleisch vereinigte und durch herumgebundene genäſste Blase luftdicht verschloſs, darauf beide Röhren oben mit Korkstöpseln verstopfte, durch welche die von beiden Polen des Electromotors kommenden Dräthe luftdicht giengen. Hiebei giebt das Fleisch einen guten Leiter des Galvanismus ab, ohne jedoch selbst eine Gasentwickelung zu veranlassen, und man bemerkt jederzeit, daſs das der Silberseite zustehende Fleischende eine hochrothe Farbe annimmt, und auch eine so gefärbte

Flüssigkeit absetzt, indeſs das andere der Zinkseite zugekehrte Ende des Fleisches gänzlich entfärbt wird und ein gallertartiges Ansehn erhält. Eben dies geschieht, wenn man sich beim Schichten eines Electromotors Fleichscheiben statt der nassen Tuchscheiben bedient. Diese werden dadurch gegen die Fäulniſs geschützt, so daſs sie nach mehreren Tagen noch keinen Geruch von Fäulniſs verbreiteten. Da wo sie den Zink berührten, bildeten sie eine röthliche tropfbare Flüssigkeit, wo sie hingegen mit dem Silber in Berührung waren, eine röthlichweiſse schmierige Masse, die sich rund herum ansetzte. Auch wurde diese Flüssigkeit nicht durch den Druck der Metallplatten aus den Fleischscheiben abgesondert; denn sie entstand eher an den obern Schichten der Säule als an den untern, und dasselbe Fleisch einem andern eben so starken Druck ausgesetzt, lieferte diese Flüssigkeit nicht. Aus den Fleischscheiben selbst läſst sich nach dem Gebrauch von einigen Tagen Salmiak auslaugen, denn die Lauge von diesen Scheiben schlägt aus der Salpetersauern Silberauflösung Hornsilber nieder und giebt mit ätzendem Kalke angerieben, einen starken Geruch nach Ammonium. *)

*) s. die Versuche der Herrn Erman und Si-

In Ansehung der Wirkung der verstärkten galvanischen Electricität auf ganze organische Individuen zeigen Hrn. Treviranus Versuche schon, daſs auch bei Vegetabilien, wenn sie in eine beständig geschlossene Kette versetzt werden, eine auffallende Erhöhung der Reizbarkeit und Beförderung des Wachsthums sichtbar sey. Er bediente sich hiebei entweder eines Gefäſses mit Quecksilber, welches er in das Wasser setzte, in dem die Pflanzen waren oder der Armaturen aus zwei verschiedenen Metallen. Selbst Infusionen litten eine Veränderung der Mischung, die sich durch die Erzeugung strahlenförmiger Figuren um die angebrachten Armaturen darstellte. Je schneller die eingeweichten Substanzen gähren, um desto schneller und deutlicher entstehen jene Figuren. Bestehn die Armaturen aus zwei verschiedenen Metallen, so entstehen die meisten und gröſsten Strahlen, an dem dem Sauerstoff am nächsten verwandten Metalle. Diese Strahlen ziehen sich nach dem Lichte, bekommen Regenbogenfarben und dies um so lebhafter, je wirksamer die galvanische Kette ist. *)

mon in Scherers Journ. der Chimie, VI Bd. 31 H. und Gilberts Ann. VIII Bd. 1 St. S. 42.

*) s. nordisches Archiv 1 Bd. 2 St. Gilberts Ann. VII Bd. 3s und 4s St.

Ueber die Wirkung des Galvanismus in seinen verschiedenen Modificationen auf Frösche wurden unzählige Versuche angestellt, deren Resultate ich theils bereits angegeben habe, theils noch berühren werde. Aus Blutigeln zog Hr. v. Hauch vermittelst der Anwendung beider Enddräthe des Electromotors auf ihre Oberfläche auffallende Funken *). Die Thiere selbst krümmten sich, aber es schien ihnen weiter nichts zu schaden. Ueberhaupt aber scheint dabei nur eine Wasserzersetzung auf ihrer beständig feuchten Oberfläche vorzugehen. Die Einwirkung des verstärkten galvanischen Agens auf unsern Körper im Allgemeinen besteht in einer dem electrischen Schlage ähnlichen Empfindung, wenn man z. B. mit nassen Händen oder darin gehaltenem Metall die obere und untere Extremität des Electromotors berührt. Dieser Schlag ist desto stärker, je wirksamer der Electromotor ist. Denn z. B. drei mit einander verbundene starke Batterien gaben bis in die Brust auch wohl zugleich in den Unterleib reichende Commotionen **). Ist man isolirt, so empfindet man diese Commotionen stärker. Natürlich hat man die Empfindung auch,

*) Nordisches Archiv II Bd. 2 St. S. 24

**) s. Bourguet in Gilbert Ann. VII Bd. 4 St.

wenn man die beiden Enddräthe in zwei verschiedene Gefäfse mit Wasser leitet und in diesen fafst, also die leitende Verbindung durch den Körper schliefst. Legt man sie hingegen beide in einem Wasserbehälter und fafst sie in diesem, so ist die Empfindung viel schwächer, weil hier nur ein Theil des electrischen Stroms durch den Körper als den bessern Leiter geht. Fassen sich mehrere Personen mit nassen Händen an und berühren die beiden äufsersten derselben ein jeder eine der Extremitäten der Säule, so erhalten sie alle die Empfindung etwas schwächer als ein einzelner, stärker jedoch, wenn sie sämmtlich isolirt sind *). Befeuchtung der Theile mit irgend einer Salzauflösung macht sie empfindlicher als blofses Wasser, und schmerzhaft ist die Application des galvanischen Agens auf Stellen, welche ihrer Oberhaut entblöfst sind.

Zeichen eines vermehrten Reizes und Erhöhung der Reizbarkeit örtlich und überhaupt sind die allgemeinen Wirkungen der galvanischen Electricität. Daher entsteht ein gröfserer Zuflufs der Säfte nach der gereizten Stelle, Vermehrung der thierischen Wär-

*) s. Bulletin des sciences au 8 Fructidor p. 144. Gilbert Annal. VII. 1.

me und (bei Personen, die nicht ängstlich sind) Beschleunigung des Pulsschlags. Manchmal bricht sogar der Schweiſs aus. Gewöhnlich werden die Personen, welche sich mehrere Tage hinter einander der Wirkung des Electromotors aussetzen, je länger desto empfindlicher gegen dieselbe. Doch ist auch dies sehr verschieden, so wie überhaupt die Wirkung und die Empfindungen, welche die verstärkte galvanische Electricität hervorbringt, bei verschiedenen Personen sowohl, als auch selbst bei denselben Personen zu verschiedenen Zeiten äuſserst differirt. Ein starker galvanischer Schlag durch den Arm hinterläſst gewöhnlich ein Gefühl von Trägheit und Lähmung, welches den ganzen Tag hindurch fortdauert und um so stärker ist, je länger man sich der Einwirkung der Batterie ausgesetzt hatte. Hr. Ritter bekam, nachdem er sich eine Stunde lang der Wirkung einer starken Batterie von 100 Lagen ausgesetzt hatte, allgemeines Uebelbefinden, mit Wüstigkeit und Zerschlagenheit, welches anderthalb Wochen dauerte. Hr. von Arnim fand, daſs ihn das lange Ausdauern in der Kette in einen dem Somnambulismus ähnlichen Zustand versetzte, während dessen bei ungewöhnlicher Lebhaftigkeit und Unwillkührlichkeit geistiger Thätigkeiten auch

die willkührliche Bewegung der Muskeln, fast ganz aufgehoben war *). Ich selbst und viele andre bemerkten blos den ganzen Tag hindurch Unbehaglichkeit, Wüstigkeit und darauf folgenden unruhigen Schlaf. Manche versichern gar nichts der Art darauf zu spüren. Bei einigen, selbst starken Menschen **) erregt es öftere starke Leibesöffnungen und Durchfall. Augenentzündungen nach stärkern stundenlangen Lichtversuchen, geschwächte Empfindlichkeit der Zunge, Schnupfen nach öftern Versuchen in der Nase, Schwindel und Kopfweh nach starken Schlägen durch den Kopf und manchmal erfolgendes Zahnweh sind gewöhnliche Folgen dieses für den gesunden Grad der Erregung zu heftigen Reizes.

Die Einwirkung der Metalle auf die Muskelreizbarkeit war es, welche die ersten Phänomene der galvanischen Electricität darbot, die man durch eine unendliche Menge von Versuchen vervielfältigte, deren Resultate ich im ersten Abschnitt von der Geschichte der galvanischen Electricität angab. Bei grofser Reizbarkeit der Muskeln bemerkt

*) Gilberts Ann. VIII Bd. St. 3. S. 277 flg.

**) Quensel's galvanische Versuche in Hufelands Journal d. pract. A. K. XIII Bd. 4s St. S. 130. Böckmann in Gilberts Annalen VIII Bd. 2tes St. Grimm in Zadig und Friese Archiv der pract. Heilk. III Bd. 1s St. S. 60.

man diesen Einfluſs auch ohne alle Entblöſsung der Nerven. Nicht selten sieht man z. B. beim Veitstanz die schlaffen Glieder bei der Berührung mit Eisen starr werden *). Eben dies geschieht bei Personen, welche durch das Manipuliren in magnetischen Schlaf versetzt werden **). Unstreitig existirt, selbst für gelähmte Muskeln, kein heftigerer und durchdringenderer Reiz als die galvanische Electricität, denn ein nur einigermaſsen wirksamer Electromotor z. B. von 40 Lagen bringt in einem sehr gelähmten Gliede sehr starke Zuckungen hervor, wozu schon eine beträchtlich geladene gewöhnliche electrische Batterie gehört, electrische Funken aber gar nicht hinreichen. Ueberhaupt aber sind alle muskulöse Theile des thierischen Körpers, sie mögen dem Einflusse des Willens unterworfen seyn oder nicht, gegen die Einwirkung der galvanischen Electricität empfänglich und werden beide auf gleiche Art afficirt.

Da die Wirkungen des Metallreizes in den Muskeln um so lebhafter sind, je reiz-

*) m. s. z. B. die Beobachtungen von Wichmann in dessen Ideen zur Diagnostik 1 Bd. S. 133. und von Dr. Joh. Andr. Scherer in Hufelands Journal XII Bd.

**) s. Heinike vom thier. Magnetismus.

barer diese sind, so zeigt derselbe die Grade der vorhandenen Reizbarkeit an. Die wichtigsten Versuche hierüber sind die des Hrn. v. Humboldt (S. 32.) aus denen wir zuerst die mögliche Erhöhung dieses Vermögens durch wechselsweise Application von Alkalien und Säuren und die unmittelbare Wirkungsart sehr vieler Stoffe auf die Erregbarkeit *) lernten. Kürzlich hat Herr Pilger diese Prüfungsversuche an Thieren vorgenommen, welche durch die Wirkung mehrerer Gifte getödtet waren, um die Stimmung der Erregbarkeit sogleich nach ihrem anscheinenden Tode zu erforschen, auf welche Art man ebenfalls im Stande ist, die Wirkungen von Giften und Medicamenten auf die Erregbarkeit näher zu bestimmen. Er stellte seine Versuche an Fröschen, Kaninchen und Pferden an, denen er Arsenik, Sublimat, salzsaure Schwererde, Brechweinstein, Auripigment, Kampher, Opium, Belladonna, Wasserschierling, Kirschlorbeer, Taxus, Wasserfenchel, Vitrioläther, Vitriolsäure, Essig, Ipecacuanha, Wein, rothe China, Phosphor, Baldrian, Entzian und Wolferleiblumen bei möglichst nüchternem Magen gab,

*) m. s. über die gereizte Muskel und Nervenfaser, Zweit. Bd. 14ter Abschn. Versuche über die Stimmung der Erregbarkeit durch chemische Stoffe.

und sie, wenn die Mittel beinahe ausgewirkt hatten, tödtete, nach Hinwegnahme der Bedeckungen mehrere Nerven und Muskeln entblöfste, sie mit Zink und Silber oder Gold und Zink armirte. Bei einem Pferde, welchem er 15 Gran Phosphor gegeben hatte, stürzte beim Oeffnen der Halsblutader das Blut gewaltsam, heifs und rauchend mit phosphorartigem Geruch heraus und es erfolgten die heftigsten Bewegungen beim Galvanisiren. Bei einem alten Pferde erweckten 3 Loth Opium seine längst erloschene Munterkeit im hohen Grade. Man tödtete es. Das Galvanisiren gab die lebhaftesten Zuckungen und noch 58 Minuten nach dem Tode dauernde Muskelbewegungen. Durch eine halbe Unze Naphtha aber ward bei einem andern Pferde jede Reizempfänglichkeit bis auf unmerkliches Zittern der Muskeln zerstört *).

Ueber den Einflufs der verstärkten galvanischen Electricität auf Membranen und insonderheit auf die harte Hirnhaut hatte Dr. Reinhold Gelegenheit, einen interessanten Versuch zu machen **). Haller hielt

*) s. Pilgers Versuche durch den Galvanismus die Wirkung verschiedener Gifte und Arzneimittel zu prüfen. Giefsen 1801 8.

**) Gilberts Ann. 10r Ad. 4s St.

die harte Hirnhaut für ganz unempfindlich und reizlos. Der ältere Mekel und Zinn versuchten mancherlei mechanische Reizmittel auf die von der Hirnschale entblöfste dura mater lebender Menschen, bemerkten aber keine hervorgebrachte Empfindung selbst vom Durchstechen derselben *). Durch Wrisbergs und Lobsteins Untersuchungen ist es endlich ausgemacht, dafs die feste Hirnhaut entweder gar keine oder eigentlicher nur wenige Nerven besitzt, und dafs man ihr keinesweges alle Empfindungsfähigkeit absprechen könne, da sie im kranken Zustande allerdings schmerzhaft wird. Folgende mit den eigenen Worten des Herrn Dr. Reinhold erzählte Erfahrung beweifst, dafs ein chemischer Reiz, wie der der galvanischen Electricität, durchdringender seyn mufs als die mechanischen, welche die erwähnten Männer anwandten; wenn gleich die harte Hirnhaut lange nicht diejenige Empfänglichkeit dagegen zeigt als Muskeln und Nerven. „Nach einem Sturz auf den Kopf erzählt Hr. Reinhold, entstand durch den Trepan und die Wegnahme der eingedrückten Tafel des linken Seitenbeins hier eine

*) s. Epistolae ad Hallerum scriptae. Vol. III. pag. 233. sq.

Oeffnung, welche in der Breite 3, in der Länge 5 Zoll hielt, wo die harte Hirnhaut frei und die Pulsationen des Gehirns deutlich zu sehen waren. Ich setzte den dritten Tag nach dem Sturze eine Silber- und Zinkstange auf die Hirnhaut auf und verband sie, der Kranke äuſserte indeſs nicht die mindeste Empfindung, sondern blieb wie vorher soporös liegen. Nach 8 Tagen als er mehr bei sich war, wiederholte ich den Versuch sowohl mit einfachem Galvanismus als mit verstärktem, (einer Kupfer-Zinkbatterie von 5 Lagen); auch jetzt versicherte der Kranke nicht das mindeste zu empfinden. Nach 4 Wochen, als der Patient bei voller Besinnung war, ward wieder ein Versuch mit einer Batterie von 10 Lagen gemacht, ein Conductor auf die harte Hirnhaut und der zweite auf die Zunge gebracht; der Kranke empfand den Geschmack, mit welchem ich ihn schon vorher bekannt gemacht hatte. Ich lieſs sie beide auf der dura mater ruhen; er gab ein periodisch wiederkehrendes Stechen und nicht unangenehmes Gefühl von Wärme an, dem ähnlich, als wenn die Sonne diesen Ort bescheine. Die Kette blieb 3 Minuten geschlossen und ich hatte nun in der dritten Minute 109 Pulsationen des Gehirns, da ich in der ersten nur 90 zählte;

sie waren also um 19 gewachsen. Merkwürdig war es, dafs unmittelbar nach der Schliefsung sich eine sehr bedeutende Vertiefung von gewifs $\frac{1}{2}$ Zoll genau zwischen beiden Conductoren bildete; die Hirnhäute waren hier wie eingefallen, obgleich die Berührung ungemein leise geschahe. Nach Entfernung der Zuleiter erhob und füllte sie sich sogleich wieder; die Häute und das Befinden zeigten aufser diesem nichts."

Besonders auffallend beweisen sich die Eindrücke der galvanischen Electricität auf die Nerven und vorzüglich die empfindlicheren der Sinnorgane.

In jedem derselben bringt sie diejenigen Veränderungen hervor, welche ihre specifiquen Reize auch bewirken, nur in einem ungleich empfindlichern Grade; im Auge z. B. einen starken Lichtschein, im Ohre Sausen und Pochen, auf der Zunge einen besondern Geschmack u. s. w. Setzt man die beiden ausleitenden Dräthe des Electromotors (fig. 1. d, e.) unter beiden Augen zur Seite auf die mit Salzwasser wohl befeuchtete Haut, so entsteht ein brennender Schmerz und das Licht vibrirt bald in einem bald im andern Auge, bald in beiden, so lange die Dräthe auf ihrer Stelle bleiben. Dieselbe starke Lichterscheinung entsteht, wenn man

einen Drath in einem Glase Wasser mit der Hand berührt und an die Metallplatte der andern Extremität das wohlbefeuchtete Augenlied hält, am stärksten aber ist der Blitz im Auge, wenn man an einer über den Augenbraunen durch ein Vesicatorum von der Oberhaut entblöfsten Stelle den einen Drath, und den andern in die Nase oder den Mund bringen läfst. Die Blitze und Schläge, welche sich dann durch den ganzen Kopf erstrecken, sind so betäubend, dafs ich Ohnmachten erfolgen sah, wenn die Säule aus 20 bis 30 Lagen bestand.

Auch auf die andern Sinnorgane hat die galvanische Electricität einzelner Ketten sowohl als des Electromotors auffallenden Einflufs. Entblöfst man die Stellen gleich hinter den beiden Ohren auf dem Warzenfortsatz ihrer Oberhaut, legt auf die eine eine Zinkplatte, und auf die andere eine Silberplatte, und verbindet beide durch Metall, so empfindet man beim Augenblicke des Schliefsens dieser Kette Lichtschein nnd Pochen vor den Ohren. Bringt man den Drath d. fig. 1. in das zuvor befeuchtete Ohr, während man den andern e fig. 1. in einem Glase mit Wasser in der Hand hält, so bekommt man einen Schlag und starken Schall im Ohre, der betäubender wird, wenn man

den

noch den Drath b aus dem Wasser in das andere Ohr hält und so beide Ohren in die Kettenverbindung bringt. Umwickelt man die Ohren mit Drath, befeuchtet sie mit Salzwasser, und taucht dann die Spitzen jenes Draths in die Wassergläser, worin die an den Extremitäten der Säule befestigten Ketten liegen, so wird einem schwindlich und man sieht electrische Blitze. Am stärksten sind die Empfindungen des Schalls und Sausens im Ohre, wenn man einen in die eustachische Röhre gebrachten Ohrleiter mit einer Kette in Verbindung setzt. Taucht man einen Finger in das eine Wasserglas, in das andre eine Zinkstange und berührt diese mit der Zunge, so empfindet man unerträgliche Schmerzen, man sieht Licht und schmeckt noch einige Zeit nachher einen besondern säuerlichen Geschmack. Selbst wenn man die Zähne durch Säuren in den Zustand der sogenannten Abstumpfung setzt, erfolgen schon beim Mundversuch durch einfache Metalle der Lichtschein und der Säuregeschmack, wenn man die Zinkplatte an die Zähne, statt am Zahnfleische ansetzt.

Diese Phaenomene ergeben sich sogleich bei jeder Application eines wirksamen Electromotors auf die genannten Organe. Bei vollkommener und genauer Aufmerksamkeit auf die Em-

pfindungen zeigt sich aber, wie Hr. Ritter vorzüglich zuerst lehrte, ein besonderer Unterschied derselben,

1) je nachdem der Nerv entweder mit dem Organende oder dem Hirnende in der Zinkseite liegt (d. h. dem Zink näher ist, als das den Zink berührende Silber) oder in der Silberseite.

2) je nachdem man die Kette schliefst oder trennt.

Schon aus den verschiedenen Wirkungen der beiden Extremitäten der einfachen galvanischen Kette sowohl als des Electromotors auf leblose oder unorganische Körper, die ich im vorigen Abschnitte erwähnte, läfst sich auf eine ebenfalls verschiedene Einwirkung derselben auf lebende Organe schiefsen.

Ist in der einfachen Kette (z. B. an einem Froschschenkel) der Nerv desselben mit Zink, der Muskel hingegen mit Silber armirt, so sind die Zuckungen der Muskeln bei der Schliefsung der Kette heftiger, weil das Hirnende der Nerven auf der Zinkseite der einfachen Kette liegt, bei der Oeffnung hingegen schwächer. Armirt man aber den Muskel (also das Organende des Nerven) mit Zink und den Schenkelnerven (das Hirnende desselben) mit Silber, so ergiebt sich das Ge-

gentheil. Die Zuckungen der Muskeln sind beim Schliefsen und Geschlossenseyn der Kette schwächer, beim Oeffnen stärker *). Hieraus mufs man schliefsen, dafs der Zink oder Oxygenpol der einfachen Kette an das Hirnende der Nerven applicirt, das stärker wirkende sey. Legt man ein Stück Silber unter der Zunge und ein Stück Zink auf der Zunge, so empfindet man alsdann den säuerlichen Geschmack und das eigne Brennen in der Zunge beim Zusammenschlagen der Metalle stärker, als wenn das Silber auf der Zunge liegt, welches einen alkalischen Geschmack giebt. Eben dies trifft bei dem Electromotor ein. Der Electromotor nach der oben S. 85 angegebenen Construction giebt auf der Zinkseite einen starken Schlag und sauren Geschmack, wenn man die Kette mit der Zunge auf der Zinkseite schliefst, verbunden mit einem Gefühle von Wärme welches bei der Trennung in das entgegengesetzte der Kälte übergeht. Ist die Zunge dagegen mit der Silberseite in Berührung, so verhält sich alles umgekehrt. — Schon aus dem Gefühle der Finger zeigt sich ein wesentlicher Unterschied in den Empfindungen

*) Ritters Beweis, dafs ein beständiger Galvanismus u. s. w. S. 22 Fig. 46.

nach den beiden Polen, auf welchen man die Kette entweder schliefst oder trennt. So ist bei Schlägen in den Fingern der Finger an der Zinkseite des Electromotors so lange die Kette geschlossen bleibt, gleichsam wie eingeschnürt, der Finger am Silberdrath hingegen vom Berührungspuncte aus, gleichsam nach allen Richtungen in gerader Linie schneidend durchdrungen. Bei der Trennung der Kette hingegen wechseln die Empfindungen: es widerfährt jetzt genau dem Zinkfinger das, was vorhin dem Silberfinger widerfuhr und umgekehrt. In Ansehung der zurückbleibenden Empfindungen und Wirkungen aber richtet sich dennoch der Eindruck auf die Organe nach denjenigen Empfindungen, welche bei der Schliefsung und dem Geschlossenseyn der Kette eintraten und es ist den Erscheinungen zufolge keineswege̱s anzunehmen, dafs etwa der Moment des Trennens den Eindruck des Moments der Schliefsung aufhebe; denn der entgegengesetzte Zustand beim Aufheben der Kette ist weder in der Dauer, noch in der Stärke dem Zustande beim Geschlossenseyn derselben gleich. Setzt man das Ohr mit der Zinkseite der Batterie in Verbindung, so vernimmt man einen sehr hörbaren Schall, der aber bei Silber, Ohr u. s. w. ungleich stär-

ker und eindringender ist. Am auffallendsten sind die verschiedenen Farbenerscheinungen bei der Wirkung des Galvanismns im Auge. Bei der Verbindung des Auges mit der Zinkseite des Electromotors hat man bei Schliefsung der Kette erhöhten Lichtzustand und blaue, bei der Trennung hingegen rothe Farbe, bei Auge, Silber u. s. w. das Entgegengesetzte beider. So ist auch das Gefühl in der Nase höchst verschieden, je nachdem man den Drath von der Zink- oder Silberseite einbringt. Im letzten Falle entsteht ein heftiger Drang zum Niesen, im erstern aber gar nicht.

Ueberhaupt ist bei der Einwirkung des Galvanismus nicht allein eine Verschiedenheit desselben sichtbar, je nachdem die verschiedenen Pole des Electromotors, und auch der einfachen galvanischen Kette, qualitativ verschiedene Erscheinungen in den Organen hervorbringen, sondern es ist auch die Wirkung der beiden Pole in ihrer intensiven Stärke verschieden *). In der einfachen Kette

*) Hr. Dr. Sternberg glaubt bemerkt zu haben, dafs, wenn man die Conductoren höher streckt als die obere Ausleiteplatte der Säule ist, man fast gar keine Wirkung mehr bemerkt, dahingegen durch das Tieferstrecken der ausleitenden Dräthe die Wirkung verstärkt werde. Er glaubt daher, dafs das galvanische Fluidum eine Neigung habe, sich nach

ist, wie oben gesagt, die Zinkseite, wenn mit derselben das Hirnende des Nerven armirt wird, beim Schliefsen und Geschlossenseyn die stärkere. Eben dies mufs der Fall beim Electromotor seyn. Wenn ich daher die befeuchtete Hand mit der Zinkseite in Berührung bringe und das Auge oder Ohr mit der Silberseite, so ist, da wir die Nerven für die eigentlichen Leiter der galvanischen Electricität betrachten müssen, das Hirnende der optischen oder acustischen Nerven mit Zink armirt, welches dann in denen Organen, wodurch sich die electrische Thätigkeit zu der Silberseite des Electromotors fortpflanzt, auffallendere Erscheinungen und heftigere Wirkungen hervorbringt, als wenn die Ordnung umgekehrt wäre, d. h. die Silberseite mit dem Hirnende desselben in unmittelbarer Communication stünde. Auf diese Art herrscht vollkommene Uebereinstimmung zwischen den Wirknngen der einfachen Kette und denen des Electromotors

der Tiefe zu senken, dafs also die unterste Platte des Electromotors immer die stärkste Action gewähre. (Reichsanzeiger no. 158. 17. Juni 1802.) Unzählige Versuche haben mich aber das Gegentheil gelehrt und ich finde durchaus keinen Unterschied in der Einwirkung, der ausleitende Drath mag höher hinaufgehen als seine ausleitende Platte liegt oder tiefer hinab.

nach unserer Constructionsart, an welchem Hr. Ritter durch unumstöſsliche Resultate sehr vielfältiger Versuche bewiesen hat, daſs die Einwirkung desselben dann am heftigsten sey, wenn die Silberseite mit dem Organende des Nerven, z. B. dem äuſsern Auge, Ohr u. s. w. verbunden wird.

Hr. Dr. Grapengieſser hat in seiner Schrift *) diese wichtige Verschiedenheit in der Einwirkung des Electromotors, je nachdem man die Zinkseite entweder mit dem Organende oder Hirnende des Nerven verbindet, gänzlich übersehen. Daher findet er fälschlich einen Widerspruch zwischen den Resultaten, welche die Ritterschen Versuche am Electromotor und denen, welche sich an der einfachen Kette ergeben, den er indessen leicht zu heben weiſs, indem er sagt **): „Dies entsteht blos durch seine „(Ritters) Art und Weise zu schichten, und „durch den Namen Silberseite, der durch die „Silberplatten unter der untersten Zinkplat„te entsteht.“ Darum zieht Hr. Grapengieſser die von einigen Physikern bestimmte S. 71 beschriebene Constructionsart vor, bei welcher sich die stärkere Wirkung auf der

*) Versuche, den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden. Berl. 1801. §. 4.

**) a. a. O. S. 58.

Zinkseite des Electromotors zeigt, wenn man sie mit dem Organende des Nerven verbindel. Hätte er jenen Unterschied zwischen Hirn- und Organende des Nerven überdacht, so würde er eingesehen haben, daſs gerade bei seiner Bauart des Electromotors ein Widerspruch in der Wirkung desselben und der der einfachen galvanischen Kette entstehe. Schon dieses würde ihn aufmerksam darauf gemacht haben, daſs vielleicht seine Art zu schichten doch nicht die ganz richtige seyn könne, noch mehr aber der Umstand, daſs die galvanische Electricität in der einfachen Kette sowohl als in dem Mehrfachen derselben nur durch die Berührung zweier heterogener Metalle in Bewegung gesetzt werden könne, daſs also unmöglich eine einfache Platte auf jeder der Extremitäten des Electromotors die Modificationen der electrischen Spannung beider Pole verändern könne, sondern nur als ein bloſser überflüssiger Leiter dieselbe Art der electrischen Spannung fortleite, welche sie von den letzten beiden einander unmittelbar berührenden Metallplatten erhalten hat. Denn legt man auf der letzten Silberplatte unsers Electromotors noch eine nasse Tuchscheibe und eine Zinkplatte, so bleibt die von der Silberplatte empfangene Modification der electrischen Span-

nung immer dieselbe d. h. negativ electrisch, gasgebend, unwirksamer am Hirnende des Nerven, von alkalischem Geschmack und röthlichem Lichtschein im Auge.

So viel von der Wirkung der Ketten auf organische Theile in den Momenten des Schliefsens und Trennens. Ueber den Einflufs geschlossener galvanischer Ketten auf die thierische Reizbarkeit haben Ritters *) und Treviranus **) genaue Versuche hinlänglichen Aufschsufs gegeben. In der einfachen Kette, z. B. an einem Froschschenkel geben sie folgendes Resultat: Die Irritabilität wird erhöht, wenn der Nerv eines Froschschenkels mit Silber und einer der Muskeln mit Zink armirt wird, und diese Kette eine Zeitlang geschlossen bleibt, hingegen deprimirt, wenn die Ordnung der Kettenglieder die entgegengesetzte ist. Doch sind beide Veränderungen nicht blos quantitativ, sondern auch qualitativ und werden modificirt durch den vorhergegangenen Zustand der Erregbarkeit. Auch giebt es Stellen des Nervensystems, welche die galvanische Action schwächen oder ganz aufheben und theils

*) Beweis, dafs ein beständiger Galv. u. s. w. §. 16. flg. und Gilberts Annal. Bd. 7. S. 477. flg.

**) Ebend. Bd. 8. St. 1. S. 44. flg. und desselb Bds. 2. St.

hieraus, theils aus dem verschiedenen zu Anfange des Versuchs stattfindenden Zustande der Reizbarkeit, der Temperatur und der Beschaffenheit der Athmosphäre entstehen so viele Anomalien in den Erscheinungen, welche nach der Einwirkung geschlossener galvanischer Ketten auf thierische Organe in diesen erfolgen, daſs es bis jetzt noch unmöglich ist, ein allgemeines Gesetz für dieselben aufzustellen. Doch ist jene Exaltation oder Depression der Erregbarkeit, welche durch diese Einwirkung verursacht wird, immer nur auf die mit den Metallen in Berührung stehenden Organe eingeschräkt. — Daher ist es erklärbar, daſs, wie bereits Ritter in seinem Beweise §. 16. anmerkte, nach dem Blitz, der im Augenblick des Schlieſsens der einfachen Kette im Auge erscheint, noch eine gewisse Helle, die zuvor nicht da gewesen, im Auge zurückbleibt, so lange die Kette geschlossen ist, und daſs, wenn das Auge mit dem positiven Zinkpol geschlossen ist, die Helle diejenige übertreffe, welche vor dem Versuche im Auge war, dahingegen, wenn mit dem negativen Silberpol geschlossen ward, sie dieser nicht gleich kam. Mit jener Depression des Zinkendes der einfachen Kette auf das Hirnende des Nerven angebracht, die sich in dem oben angeführ-

ten Versuch am Froschschenkel zeigt, stimmt dann auch die Einwirkung des Electromotors auf den menschlichen Körper überein. Hr. Ritter liefs eine halbe Stunde lang einen Electromotor von 100 Lagen durch Hände, Arme und seinen Körper wirken, wobei starke schleudernde Zuckungen in den Armen entstanden. Nachher war der mit der Silberseite verbundene Arm lahm, etwas unbeweglich und ein Gefühl von Kälte und Spannung dauerte längere Zeit nach, dahingegen er in dem andern Arme von der Zinkseite gröfsere Beweglichkeit und das Gefühl von Wärme spürte. Nach meiner Vorstellung kann hier die deprimirende Eigenschaft des Zinkpols erst eintreten, wenn sie das Hirnende desjenigen Nerven erreicht hat, an dessen Organende die Kette durch den Silberpol geschlossen ist, daher konnte nur der mit dem Silberpol in Verbindung stehende Arm die Erscheinungen deprimirter Reizbarkeit liefern. Ob nun diese Depression der Reizbarkeit eine Folge der Ueberreitzung, also indirecte Schwäche sey, wie Hr. Grapengiefser glaubt, oder eine unmittelbar chemische Wirkung, das läfst sich nicht mit Gewifsheit entscheiden. Für die letztere spricht die Erscheinung, welche Hr. Treviranus *)

*) Gilberts Annal. VIII. Bd. S. 44.

bemerkte, daſs das Umkehren der Armatur das Verhältniſs in der Erregbarkeit änderte, die Silberarmatur des Nerven also eine Depression hob, welche die Zinkarmatur hervorgebracht hatte. Wenn Hr. Grapengieſser zur Unterstützung seiner Meinung angiebt, er habe den Zinkpol bei seiner Application der verstärkten galvanischen Electricität aufs schwache Gehörorgan stets als den kräftigsten befunden, so ist dieses zwar wahr, allein nicht nach seiner Ansicht, denn (wie bereits gesagt) die einzelne unter dem Electromotor liegende Zinkscheibe, welche mit dem Organende in Verbindung steht, kann die Wirkungsart des Electromotors nicht anders modificiren; es bleibt also dieses der Silberpol, und der entgegengesetzte, welcher bei den Versuchen des Hrn. Gr. mit dem Hirnende des Gehörnerven in Verbindung stand, der Zinkpol, von welchem also die electrische Action durch den Gehörnerven nach der Silberseite abgeleitet ward.

Findet Einwirkung eines Pols am Electromotor auf organische Theile ohne Schlieſsung der Kette statt? Hr. Dr. Bischof glaubt einmal in den ersten Stunden nach errichteter Batterie bemerkt zu haben, daſs ihr positiver Pol am Auge oder an der Nasenscheide eine Wirkung äuſserte, ohne daſs

ihr negativer Pol mit irgend einem Theile des Körpers in Verbindung stand. Auch ich bekam einmal auf einer verwundeten Stelle der rechten Hand heftige Empfindung, da ich den Drath der Zinkseite faſste, ungeachtet ich mit der linken Hand in gar keiner Verbindung mit dem Electromotor stand. Bei genauerer Untersuchung aber fand ich, daſs wenn meine beiden Hände vom Salzwasser ganz durchnäſst waren, ich mit der einen nur auf sechs Zoll der Säule nahe kommen durfte, indem ich mit dem ausleitenden Drathe des Zinkpols in Berührung stand, um einen, auf wunden Stellen sehr empfindlichen, Schlag zu erhalten. Dieses war also wahrscheinlich der Fall auch bei Hrn. Bischofs Beobachtung. Es ist gewiſs nicht zu läugnen, daſs der Electromotor eine eigne leitende Athmosphäre um sich bildet. Die oben (S. 96.) angeführte Zersetzung der Luft unter der Campane durch den Electromotor, die Einwirkung desselben auf den Electrometer und auf organische Theile beweisen dies deutlich. Dr. Sternberg *) erzählt von mehreren Personen, welche ohne den Electromotor zu berühren, auf einer Entfernung von 3 bis 4 Fuſs Weite eine fühlbare

*) Reichsanz. no. 158. 17. Jun. 1802.

Erschütterung erlitten haben. Ganz unwahrscheinlich ist dies nicht, da diese Personen vielleicht stark transparirten.

Befeuchtung der organischen Theile ist ein Haupterfordernifs vollständiger Einwirkung des Electromotors auf sie. Doch ist sie bei sehr verstärkter galvanischer Electricität nicht unumgänglich nothwendig. Sehr oft sahe ich eine Leitung durch die trockne Haut, vorzüglich, wenn sich auf derselben einige von der unempfindlichen Epidermis entblöfste Stellen (z. B. sogenannte Nietnägel) befanden. Hr. Prof. Wolke schreibt: *) „Hr. Grapengiefser sagt, der Galvanismus „wird durchaus nicht durch die trockne „Hand geleitet. Hier sehe ich täglich das „Gegentheil davon."

Theorie der galvanischen Electricität.

Zur richtigen Beurtheilung sämmtlicher bis jetzt erwähnter Erscheinungen sowohl, als zur genauen Bestimmung der zweckmä-

*) Nachricht von den zn Jever durch die galvanivoltaische Gehörgebekunst beglückten Taubstummen und von Sprengers Methode sie durch die voltaische Electricität auszuüben von C. H. Wolke. Oldenbg. 1802. S. 47.

ſsigen Einrichtung des Electromotors und Würdigung seiner Einwirkung auf leblose und lebende Körper ist es unstreitig die wichtigste Frage: was ist die Grundursache dieser Erscheinungen? und nach welchen Gesetzen wirkt dieselbe? Die Ansichten, welche die am frühesten beobachteten Wirkungen der galvanischen Electricität auf irritable Thierorgane gewährten, bewogen einige Naturforscher eine den thierischen Theilen beiwohnende eigne Electricität für die Grundursach der beobachteten Erscheinungen zu halten, die sie daher thierische Electricität nannten.

Bald aber überzeugte man sich, daſs die Reitzung bei diesen Versuchen von den Metallen ihren Ursprung nahm, mit denen man die Muskeln und Nerven armirt hatte, und nannte die supponirte Grundursuch derselben Metallreiz. Die Wirkungen, welche derselbe auch auf unorganische Körper hatte, verstärkten diese Ueberzeugung, bis endlich Volta's Entdeckung des Electromotors sie zur völligen Gewiſsheit brachte. Nun kam es aber darauf an, zu untersuchen, ob man in dieser von den Metallen abstammenden Thätigkeit, die man jetzt gewöhnlich Galvanismus nannte, eine neue Kraft der Natur entdeckt habe oder ob dieselbe nach

eben den Gesetzen und Bestimmungsgründen wirke, als die uns schon länger bekannte Electricität. Volta hatte bereits seit 1792 in mehrern Abhandlungen *) die letztere Meinung vertheidigt, seine Versuche mit dem Condensator, welche er zu diesem Behuf anstellte, führten ihn im Jahre 1799 auf die Erfindung des Electromotors und auf die consequente und befriedigende Theorie der galvanischen Erscheinungen, welche er im Jahre 1801 den französischen Naturkundigen zu Paris vorlegte. Die Basis dieser Theorie ist eine Erscheinung, von der sich alle übrigen ableiten lassen, nämlich die, dafs die Electricität zweier verschiedenartiger, isolirter, ihr Quantum natürlicher Electricität besitzender Metalle verändert wird, sobald sie in wechselseitige Berührung gesetzt werden. Bringt man sie aus ihrer Berührung, so ist das eine Metall positiv und das andere negativ electrisch. Diese Action besteht, so lange der Contact fortdauert, ihre Stärke ist aber nicht in allen Metallen dieselbe. Denn die electrische Spannung, die bei der Berührung von Zink und Silber in jedem dieser beiden Metalle entsteht, beträgt, nach den von

*) Brugnatelli Annali di Chimica T. XIII. XIV.

von Volta mit dem Condensator angestellten und vielfach abgeänderten Versuchen, $\frac{1}{60}$ Grad eines Strohhalmelectrometers und ist im Zinke positiv, in Silber negativ. Andere Metalle geben in ihrer gegenseitigen Berührung eine um so geringere Spannung, je weniger sie in dem Vermögen Electricität zu erregen, von einander verschieden sind und je näher sie in folgender Reihe oder Stufenfolge nebeneinander stehn: Silber, Kupfer, Eisen, Zinn, Blei, Zink, in welcher Ordnung das electrische Fluidum stets vom Vorhergehenden zum Folgenden getrieben wird. Es giebt indeſs einige Materien, welche die Electricität noch mit mehr Kraft als das Silber den andern Metallen, besonders dem Zinke zuzutreiben scheinen, nämlich Reiſsblei, mehrere Arten von Kohle und besonders der schwarze krystallinische Braunstein. Letzterer erzeugt in seiner Berührung mit dem Zinke fast eine doppelt so groſse Spannung als Silber und Zink, nämlich eine Spannung von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{35}$ Grad *). In der Auseinandersetzung seiner Theorie äuſserte Volta die sehr wahrscheinliche Meinung, daſs nicht nur die Metalle, sondern alle Na-

*) S. Volta's Vorlesung in der Sitzung der physikal. und mathem. Klasse des Nat. Inst. am 21sten Novbr. 1801. Gilberts Annal. d. Phys. X Bd. 4. St.

turkörper im Augenblicke ihrer Berührung eine Wechselwirkung auf ihre respectiven Electricitäten ausüben.

Da jene angezeigte electrische Spannung von ohngefähr einem Grade zu schwach ist, um sich geradezu durch ein Electrometer offenbaren und merklich werden zu können, so bediente sich Volta eines Condensators von folgender Einrichtung, den er auch bereits schon in den philosophical Transactions in Roziers Journal de Physique und in seinen Briefen über die electrische Meteorologie *) beschrieben hat. Er besteht aus zwei Platten oder Scheiben von Messing von 2 bis 3 Zoll im Durchmesser, die vollkommen eben und von gleichförmiger Oberfläche am besten so abgeschliffen sind, dafs sie in gehörige Berührung gebracht an einander mit ziemlicher Stärke adhaeriren, und die auf denjenigen Flächen, mit welchen sie bei ihrer Anwendung zum Condensator aneinander applicirt werden sollen, mit einer feinen Schichte von Siegellack, oder noch besser, mit einem guten Firnifs von Lack, Copal oder Bernstein überzogen sind, dergestalt, dafs, wenn diese beiden Scheiben sich in wechselseitiger Berührung befinden, eine äufserst

*) s. Brugnatelli Annali di Chimica a. a. O.

feine isolirende Schicht sie von einander trenne oder die metallische Berührung verhindere, die metallischen Flächen selbst aber so wenig als möglich von einander abstehen. Hierin bestehen die Bedingungen eines vorzüglichen Condensators, besonders wenn es darauf ankömmt, eine äufserst schwache Electricität anzuhäufen. Eine oder beide metallene Scheiben sind noch mit einer mit Siegellack überzogenen gläsernen Handhabe versehen, um sie mit einem Zuge nöthigenfalls von einander abziehen und den einen oder den andern vollkommen isolirt in die Höhe heben zu können *).

Mit diesem gehörig zubereiteten Condensator stellte Volta folgenden Fundamentalversuch an: Er brachte ein Stück reines

*) Auch kann man sich statt der metallenen Scheiben hölzerner bedienen, die sogar bequemer sind, da man sie gröfser machen kann, ohne dafs sie schwer werden, nnd ein Ueberzug derselben mit Staniol oder Silberpapier vollkommen hinreicht. Diese müssen dann an den Flächen, mit welchen sie sich berühren sollen, mit einem Ueberzuge von Seide oder Wachstuch oder gefirnifstem Taffet bedeckt seyn. Doch erhält sich die angehäufte Electricität in diesen Condensatorscheiben nicht lange, ausgenommen, wenn die Ueberzüge sehr trocken sind, weil sie bald von einer Platte in die andere übergeht, während sie in jenen überfirnifsten Metallscheiben ganze Stunden zurückgehalten wird, wenn anders nicht die Platten feucht sind, oder das umgebende Medium sehr feucht ist.

oder versetztes Silber mit einem Stücke Zink in Berührung, löthete oder schraubte sie zusammen, so daſs sie im innigen Contact standen; indem er nun das Stück Zink zwischen die Finger faſste, brachte er das Stück Silber einige Augenblicke mit der obern Platte des Condensators, während die untere mit dem Erdboden in Verbindung stand, in Berührung; hierauf zog er das zusammengelöthete Metallenpaar wieder zurück und erhob die obere Platte des Condensators, welcher sich die Electricität des Silberstücks mitgetheilt und darin angehäuft hatte. Alsbald offenbarte diese Scheibe des Condensators eine negative Electricität (—E) von 2 bis 3 Graden und bisweilen von 4 Graden eines empfindlichen Strohhalmelectrometers, wenn er nämlich jene Platte demselben näherte und mit seinem Deckel in Berührung brachte: — Nimmt man im Gegentheil das mit dem Zink verbundene Silberstück zwischen die Finger und bringt den Zink mit der obern nicht mit dem Erdboden in Verbindung stehenden Scheibe des Condensators (Collectorscheibe nach Volta) zusammen, so wird diese mit dem Deckel des Electrometers in Berührung gebracht ebenfalls 2 bis 3 Grade Electricität, aber positive (+E) zeigen. Doch ist es bei diesem zweiten Versuche

nothwendig das Zinkstück nicht unmittelbar mit der Collectorscheibe in Berührung zu bringen, wenn dieselbe von Kupfer ist, indem alsdann, weil dies Metall beinahe mit derselben Kraft, wie das Silber das electrische Fluidum in den Zink treibt, das Zinkstück sich gleichsam in der Mitte zwischen zweien sich beinah gleichen Kräften befände, die eine entgegengesetzte Richtung gegen einander haben, welche folglich einander dergestalt aufheben würden, daſs wenig oder nichts von dem electrischen Fluidum in jene Collectorscheibe sich ergieſsen und sich darin anhäufen, diese also auch kein Zeichen von Electricität geben würde. Daher ist es nöthig irgend einen andern nicht metallischen Leiter, irgend einen feuchten Körper dazwischen zu bringen, welche Leiter der zweiten Classe, wie Volta sie nennt keine so starke wechselseitige Action mit den Metallen haben, oder in Rücksicht auf sie nur schwache Electricitätserreger sind. Volta bediente sich hiezu eines Stückchens naſs gemachten Papiers, das er auf die Collectorscheibe brachte und mit dem Zink berührte. Auf diese Weise bewegt sich das electrische Fluidum von dem Silber ohne Unterlaſs in den Zink, ferner ohne Widerstand in den feuchten Leiter und von diesem nach und

nach in die Collectorscheibe, von welcher man dann, wenn er in die Höhe gehoben ist, 3 Grade positiver Electricität (+E) erhält.

Eine andere Art, diesen Uebergang der Electricität aus dem Zink zu zeigen, machte Volta schon im Jahre 1796 in Briefen an Gren und 1798 in Briefen an Aldini (wovon die erstern in Grens Journal der Physik und letztere in den Annali di Chimica von Brugnatelli abgedruckt sind) bekannt. Es werden nämlich Platten von verschiedenen Metallen, die eine von Zink die andere von Silber, wovon jede an einer Handhabe gehalten wird, in Berührung gebracht und nach ihrer Entfernung von einander an den Deckel des Electromotors gebracht. Auch in diesen Versuchen, wobei sich die heterogenen Metallplatten als Electricitätsbeweger verhalten und zugleich noch den Dienst eines Condensators verrichten, erhält man 3 Grade ohngefähr von positiver Electricität vom Zinke und eben so viele von negativer Electricität vom Silber. Dies beweiſst aufs augenscheinlichste, daſs die Bewegung oder Impulsion dem electrischen Fluidum durch diese wechselseitige Berührung der verschiedenartigen Metalle und durch nichts anderm ertheilt wird.

Um nun zu bestimmen, wie stark ei-

gentlich die electrische Spannung in den beiden angebrachten Metallen sey, kommt es darauf an, zu wissen, um wie viel mal der Condensator, den man angewandt hat, die Electricität condensire. Die leichteste Art, auf welche sich diese Condensation bestimmen läſst, ist unstreitig die, daſs man der Collektorscheibe aus einer genau auf 1, 2 oder 3 Grade geladenen leidener Flache, eine 1, 2 oder 3 Grade des empfindlichsten Strohhalmelectrometers starke Electricität mittheilt, und daſs man dann beobachtet, wie viel Grade man erhält, wenn man sie an ihrer isolirenden Handhabe in die Höhe hebt und schnell mit demselben Electrometer in Berührung bringt. Erhält man auf diese Art eine 100, 150 und mehrfach stärkere Electricität, als jene 1, 2 oder 3 Grade, so sieht man bald, um wie viel jene Electricität angehäuft oder condensirt worden ist, nämlich 100, 150 mal u. s. w. Wenn man demnach findet, daſs der angewandte voltaische Condensator 120 mal condensirt, und man nach der Berührung der beiden mit einander verbundenenen heterogenen Metalle 2 Grade erhält, so muſs daraus geschlossen werden, daſs die electrische Kraft, Intensität oder Spannung, wie sie Volta nennt, in jedem der beiden zusammengefüg-

ten Metallstücke 120 mal geringer, d. h. $\frac{1}{60}$ Grad gewesen sey, und so zeigte sie sich bei allen vielfältigen Versuchen Al. Volta's positiv im Zink und negativ im Silber, wie oben gesagt. Mit andern weniger von einander in der Ordnung jener Bewegungskraft des electrischen Fluidums verschiedenartigen Metallen ist die Spannung, welche entsteht, geringer und um so mehr, je weniger sie von einander verschieden sind, oder je weniger sie von einander in der hier angezeigten Reihe oder Scala (m. s. oben S. 145.) von einander abstehen.

Es ist also auf alle Art bewiesen, daſs die electrische Spannung, die positive im Zink, so wie die negative im Silber ungefähr $\frac{1}{60}$ des Strohhalmelectrometers beträgt, und daſs sie sich in diesem Zustande während der ganzen Zeit erhält, in der diese beiden Metalle sich berühren, wofern diese nicht mit andern Leitern in Verbindung stehen, welche das erregte electrische Fluidum aufnehmen oder fortleiten.

Den überzeugendsten Beweis endlich, daſs dies die wahre Spannung ist, welche diese beiden Metalle in ihrer gegenseitigen Berührung bewirken, erhielt Volta durch eine Menge von Versuchen, worin er sich statt Eines Paars mehrerer Paare solcher

sich berührender Metalle bediente. Je nachdem er 2, 3, 4 solcher Paare nahm, erhielt er die zweifache, dreifache, vierfache Spannung, d. h. von $\frac{2}{60}$, $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$ Grad, welches er durch seinen Condensator bewies, der, in dem Falle, dafs er 120 mal condensirte, wenn er von einem einzigen Plattenpaare auf 2 Grade des besagten Electrometers gebracht worden war, nunmehr von 2, 3, 4, 5, Plattenpaaren auf 4, 6, 8, 10 Grade getrieben wurde.

„Dies," sagt Volta, „war der grofse Schritt, der mich gegen Ende des Jahres 1799 zu der Construction des neuen erschütternden Apparats (dem Electromotor) führte, der alle Physiker in Erstaunen setzte, mir aber vollkommen Genüge leistete, ohne mich doch zu überraschen, weil die Entdeckung, die ich hier erzählt habe, mir im Voraus den Erfolg verbürgte."

Es gründet sich also auf die angegebenen Phänomene die Theorie sämmtlicher Erscheinungen des sogenannten Galvanismus im Allgemeinen sowohl, als des Electromotors insbesondere. Die letztere gehört so unmittelbar zur Verständigung des Ganzen, dafs ich sie hier nach den Ideen des verdienstvollen Volta's vortragen mufs *).

*) mit vorzüglicher Benutzung einiger Abhandlungen des Hrn. Prof. Pfaff in Gilberts Ann. d. Phys. X Bd. 2 St. u. d. franz. Ann. f. d. Naturgesch. 1. 2. 3. Heft.

Wie aus dem Vorigen erhellt, bewies Volta, daſs wenn zwei heterogene Metalle (und andere sich in dieser Hinsicht, wie Metalle verhaltende Körper z. B. Kohle u. s. w.) sich unter einander gehörig berühren, in dieser Berührung ein electrischer Proceſs ganz eigener Art rege wird, den man eine Störung des electrischen Gleichgewichts oder eine Electricitätserregung durch Impulsion nennen möchte. Das eine der beiden Metalle wird positiv, das andre negativ electrisch und zwar so, daſs diese beiden Electricitäten, so lange die beiden Metalle mit einander in Berührung sind, sich nicht wechselseitig binden und latent machen, sondern daſs der Ueberfluſs der einen sich in jedem Augenblick nach jeder Richtung, (diejenige gegen das andere Metall ausgenommen, von welchem aus der electrische Andrang geschieht) zu ergieſsen und an andre Körper mitzutheilen strebt; so wie umgekehrt das andre Metall seinen Mangel an Electricität in jeder Richtung, nur nicht von der Seite des ersten Metalls her zu ersetzen sucht. Diese zwiefache durch eine solche Wechselwirkung zweier Metalle auf einander erfolgende electrische Spannung kann man nur durch Hülfe des Condensators an empfindlichen Electrometern darstellen. Durch

eine bloſse Uebereinanderhäufung mehrerer gleicher Metallplattenpaare kann dieser electrische Effect aber nicht verstärkt werden. Es erfolgt dadurch entweder nur eine electrische Spannung, wie die eines einzigen Metallplattenpaares oder der Effect ist völlig null, indem, wenn in der ganzen Säule die Metalle sich unmittelbar berühren, die electrischen Impulsionen nach oben und unten sich entweder gänzlich oder wenigstens so weit aufheben, daſs nur eine einzige bleibt.

Wenn Metalle mit feuchten Leitern in Berührung kommen, so ſindet zwar, besonders, wenn diese mehr oder weniger wässerig sind, ein ähnlicher electrischer Andrang von einem zum andern, und zwar vom Metalle zum feuchten Körper statt; aber dieser Andrang ist so geringe, daſs die dadurch erfolgte Störung des electrischen Gleichgewichts oder die Electricitätserregung unverhältniſsmäſsig viel schwächer als die zwischen zwei heterogenen selbst ungünstig mit einander wirkenden Metallen ist und mit der Electricitätserregung zwischen zwei stark mit einander wirkenden Metallen gar nicht verglichen werden kann.

Hierin sind die Metalle und die ihnen gleich wirkenden Körper, welche Volta Leiter der ersten Klasse nennt, von den feuchten Körpern als Leitern der zweiten

Klasse sehr unterschieden, und in dieser Hinsicht können jene im eigentlichen Verstande Electricitätserreger genannt werden. Auf die Eigenschaft des Wassers und ähnlicher Feuchtigkeiten die electrische Impulsion aufzuhalten beruht nun die Möglichkeit einen Electromotor zu errichten, d. h. die Wirkung eines einzelnen Plattenpaares zu vervielfältigen. Die kleinste voltaische Säule besteht aus zwei Metallplattenpaaren, die durch einen feuchten Körper von einander getrennt sind, und ist folgendermaſsen construirt:

1) Silber, 2) Zink, feuchter Körper, 3) Silber, 4) Zink.

Im ersten Metallpaare findet eine electrische Impulsion vom Silber zum Zink statt, wodurch eine einfache electrische Spannung hervorgebracht wird. Ruhete das zweite Plattenpaar unmittelbar auf dem ersten, so würde vom Silber 3 eine ähnliche Impulsion gegen den Zink 2 nach unten statt finden, als vom Silber 1 gegen den Zink 2 nach oben, und diese beiden Impulsionen müſsten sich wechselsweise zernichten, es bliebe daher blos die electrische Impulsion vom Silber 3 nach dem Zink 4 und folglich blos der einfache Effect eines einzelnen Plattenpaares übrig. Der feuchte Zwischenkörper hingegen vermittelt die Ver-

vielfachung des Effects. Die electrische Impulsion, die vom Silber 3 gegen den feuchten Körper statt findet, ist unendlich geringe und schwächt so viel wie nichts die electrische Impulsion, die vom Silber 1 nach dem Zink und sofort nach oben wirkt. Der feuchte Körper ist gleichsam blos ein gleichgültiger Zwischenleiter der ersten Impulsion des ersten Metallplattenpaares, die vom Silber 3 nach dem Zink 4 in ähnlicher Richtung statt findet, und gleichsam eine doppelte Impulsion und somit eine doppelte positive electrische Spannung im Zink 4 hervorbringt, welcher nothwendig eine doppelte negative Tension entsprechen muſs. Es nimmt also im Electromotor die electrische Spannung mit der Zahl der Plattenpaare in arithmetischer Progression zu und entspricht an jedem Pole der Summe der Impulsionen der mehreren Plattenpaare. Die Versuche mit dem Condensator beweisen dies, indem Volta, wie oben gesagt, genau das doppelte, dreifache, vierfache von electrischer Spannung, nämlich statt $\frac{1}{60}$ Grad, $\frac{2}{60}$, $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$ u. s. w. erhielt, der Condensator also auf 4, 6, 8, 10 Grade getrieben wurde, je nachdem er sich nunmehr 2, 3, 4, 5 Plattenpaare bedient hatte.

Der Electromotor ist in einem doppel-

ten Zustande zu betrachten und nur durch Unterscheidung dieses doppelten Zustandes erklären sich die Wirkungen desselben. Der eine Zustand ist derjenige, wenn die Kette nicht geschlossen ist und folglich kein electrischer Strom von einem Pole zum andern und durch den Electromotor hindurch statt findet. Der andere Zustand ist der der Schliefsung der Kette, in welchem der electrische Strom vorhanden ist. Der erstere oder der nicht geschlossene Electromotor zeigt nur geringe Spuren von Electricität, die erst bei einer gröfsern Anzahl von Plattenpaaren wahrnehmbar werden. Die electrische Tension seiner Pole ist ungemein geringe und fängt erst bei 20 bis 30 Plattenpaaren an, für das empfindlichste Electrometer merklich zu werden. Ein Electromotor von 200 Plattenpaaren hat kaum die electrische Tension einer geriebenen Siegellackstange und das Ende eines isolirten noch stärkern Electromotors würde immer nur einen so schwachen Funken ertheilen, dafs er für die Empfindung kaum wahrzunehmen wäre. Die Electricität scheint in ihm gleichsam in Ruhe zu seyn und die Säule nicht stärker zu wirken, als jeder andere Conductor von gleicher Oberfläche der bis zu derselben schwachen Tension electrisirt

ist. Im Zustande der Schliefsung hingegen erscheint der Electromotor von einer wunderbaren Wirksamkeit, sobald ein Ergufs oder fortdauernder Strom von Electricität in ihm erregt und aus ihm entlockt wird.

Dies kann geschehen 1) durch eine unvollkommene Schliefsung der Kette, indem mit dem einen Pole der voltaischen Säule electrische Conductoren von einer grofsen Capacität in Verbindung gesetzt werden, die übrigens in keiner leitenden Verbindung mit dem andern Pole stehen. 2) Durch eine vollkommene Schliefsung der Kette, indem beide Pole in eine leitende Verbindung mit einander gesetzt werden.

Bei der erstern oder unvollkommenen Schliefsung werden electrische Conductoren von grofser Capacität durch diese Verbindung in einem Augenblicke dieselbe electrische Tension annehmen als der Electromotor, folglich in einem Augenblicke vom Electromotor die ganze ansehnliche Quantität von Electricität erhalten, welche nöthig ist, um in ihnen diese electrische Tension hervorzubringen. Körper dieser Art sind die obere Platte des Condensators und die leidner Flasche. Der Condensator mit dem Electromotor in Verbindung gesetzt, erhält durch eine augenblickliche Berührung des

einen oder des andern Poles dieselbe electrische Spannung als dieser und zeigt dann, wenn man den Collectordeckel von der untern Platte wegnimmt, diese Electricität 60, 100, 200, 300fach verstärkt, je nachdem er 60, 100, 200, 300fach condensirt. Durch diesen Versuch beweifst sich also der Electromotor als eine Electricitätsquelle; es ergiefst sich aus ihm dies 60, 200, 300fache Quantum von Electricität in einem Augenblick in den Deckel des Condensators. Er entwickelt aber diese Electricität nicht aus sich selbst. Die Bedingungen dieser Electricitätserregung sind nicht alle in ihm enthalten, er empfängt blos fremde Electricität, um sie wieder abzugeben, und verhält sich in dieser Hinsicht wie jede andre Electrisirmaschine, die nur so lange Electricität mittheilt, so lange sie durch das nicht isolirte Reibezeug neue empfangen kann. Eine isolirter Electromotor theilt einem Condensator unmerklich wenig Electricität mit, man mag ihn noch so lange mit ihm in Verbindung lassen und zwar nicht mehr als jeder andere Conductor von gleicher Oberfläche und bis zu derselben Tension electrisirt, der keinen neuen Zuflufs erhält, dem Condensator ertheilen würde. Kaum bringt man aber an den einen Pol eine Zuleitung an, während der

der Condensator mit dem entgegengesetzten Pole in Verbindung steht, so erhält er auch im Augenblicke seine ganze mögliche Ladung.

Wahrhaft erstaunenswürdig aber erscheint die Stärke des electrischen Stroms, der sich aus dem Electromotor ergieſst, bei der Ladung von Körpern von groſser Capacität, z. B. von groſsen electrischen Batterien. Die folgenden in dieser Hinsicht angestellten Versuche der Herren van Marum und Pfaff beweisen, daſs durch den Strom aus dem Electromotor in gleicher Zeit eine viel gröſsere Quantität von Electricität mitgetheilt wird, als durch den fortdauernden Strom der wirksamsten Electrisirmaschine *). Mit der gröſsten Schnelligkeit wurden bei diesen Versuchen die beträchtlichsten Flaschenbatterien durch das Berühren eines Electromotors geladen. Die Hrn. van Marum und Pfaff bedienten sich hiezu eines Theils der groſsen teylerschen Batterie von 100 Flaschen, deren jede $5\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Belegung hat. Sie luden zuerst eine Batterie von 4 Flaschen durch einen Electromotor von 200 Plattenpaaren zu derselben electri-

*) Nicholsons Berechnungen hierüber führten zu dem Resultate, daſs sich aus einem kleinen Electromotor 200mal mehr Electricität ziehn läſst als man durch Friction mittelst einer 24zölligen Scheibenmaschine zu erregen vermag. s. Gilberts Ann. VII Bd. S. 195.

schen Spannung als die des Electromotors selbst war, der die Goldblätter des bennetschen Electrometers auf $\frac{5}{8}$ Zoll auseinandertrieb. Sie vergröſserten endlich die Flaschenbatterie allmählig bis auf 20 Flaschen, welche zusammen $137\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Belegung hatten, und doch durch die so kurz als möglich vorgenommene Berührung des Electromotors genau bis zu derselben Spannung geladen ward, welche die Goldblättchen des bennetschen Electrometers auf $\frac{5}{8}$ Zoll entfernte. Eben dies geschah bei einer noch gröſsern Batterie von 25 Flaschen. Schon ein Electromotor von 40 Plattenpaaren gab der Batterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Metallbeleg eine electrische Spannung, welche der des Electromotors selbst gleich kam, und am Electrometer die Entfernung einer Linie gab und so verhielt es sich fortdauernd. Jede Batterie ward bis zu demselben Grade der Spannung geladen, den der Electrometer anzeigte, wenn man ihn mit der Säule in Verbindung brachte. Beim Entladen der Batterien durch den Körper erhielt man Erschütterungen, die im Verhältniſs mit der gröſsern oder geringern Zahl der Plattenpaare des angewandten Electromotors stärker oder schwächer waren, im Allgemeinen aber immer schwächer waren als die des Electro-

motors, wodurch sie geladen waren. Das Ausladen einer durch 200 Plattenpaaren geladenen Batterie gab ohngefähr eine Erschütterung, wie sie das Berühren eines Electromotors von 100 Platten verursachte. — Uebrigens war man nur durch sechs augenblickliche Berührungen eines durch die groſse teylersche Electrisirmaschine schwach geladenen groſsen Conductors im Stande, die erwähnte Batterie von 25 groſsen Flaschen zu dem Grade electrischer Spannung zu laden, zu dem sie die Berührung des Electromotors aus 200 Lagen gebracht hatte *).

Bei der zweiten Art der Schlieſsung oder der vollkommenen Schlieſsung, wo beide Pole in eine leitende Verbindung mit einander gesetzt werden, zeigen sich die Wirkungen des starken electrischen Stromes, der von einem Pole zum andern geht, im vollsten Maaſse und in dieſer Rücksicht kann die voltaische Säule mit nichts besserm verglichen werden, als mit einer Batterie von unendlicher Capacität, die aber nur bis zu einer schwachen Spannung geladen ist. So wie eine Electrisirmachine einen continuirlichen electrischen Strom giebt, wenn an ihr eine Ableitung vom Condensator (= dem

*) Lettre de M. van Marum a Mr. A. Volta cont. des experiences sur la colonne electrique. p. 4-10.

positiven Pole) zum Reibezeug (= negativem Pole) statt findet, so vereinigt auch die voltaische Säule, wenn sie vollkommen geschlossen ist, alle Bedingungen ihrer Wirksamkeit d. h. des electrischen Stroms von einem Pole zum andern in sich. Noch kann man die voltaische Säule mit einer Batterie von unendlicher Capacität, die nur auf eine geringe Spannung geladen ist, die aber die Effecte einer solchen Batterie (in Hervorbringung von Erschütterungen u. s. w,) nur durch die Totalsumme vieler unendlich schnell aufeinander folgender schwacher Ladungen und Entladungen hervorbringt. Sie ist gleichsam eine leidener Flasche, die sich in einem Zeitaugenblicke so unendlich oft ladet und wieder entladet, dafs sich in gleicher Zeit eben so viel Electricität aus ihr entgiefst, als aus einer Batterie von unendlicher Capacität, deren Entladung d. h. das Einströmen und Durchströmen ihres Electricitätsvorrathes und durch einen Ableiter z. B. den menschlichen Körper ebenfalls nicht in einem metaphysischen Zeitaugenblicke, sondern blos in der Succession unendlich vieler kleiner Zeittheilchen geschehen und folglich in der Hinsicht mit der Succession unendlicher Entladungen einer kleinen leidner Flasche sehr wohl verglichen werden kann. Aus diesem letztern

Umstande erklärt es sich, dafs, so grofs auch die electrischen Wirkungen der voltaischen Säule wegen der aufserordentlichen Quantität von Electricität sind, welche sie in ihrem electrischen Strome in einer gegebenen Zeit mittheilt, und so sehr sie in dieser Hinsicht auf gewisse Art die stärksten Electrisirmaschinen übertrifft, so unwirksam sie wiederum auf der andern Seite wegen der schwachen Tension, bis zu welcher sich die Electricität in ihr anhäufen läfst, erscheint. In dieser schwachen Tension sind folgende Erscheinungen gegründet, 1) die schwachen und auf keine grofse Weite statt findenden Repulsionserscheinungen, da eine geriebene Siegellackstange in dieser Hinsicht einen Electromotor von 200 Plattenpaaren übertrifft. 2) Die äufserst geringe Schlagweite der Funken, eine Schlagweite, die erst bei Säulen von 100, 200 Plattenpaaren merklich wird. 3) Die verhältnifsmäfsig gegen die starken Wirkungen des electrischen Stroms schwachen electrischen Funken des Electromotors. Insofern indefs auf die Lebhaftigkeit dieser Funken aufser der Länge des Luftraums auch die Quantität von Electricität, die in einer gegebenen Zeit durch diesen Luftraum durchbricht, Einflufs hat, ist jedoch die Lebhaftigkeit der Funken des

Electromotors verhältnifsmäfsig sehr stark, wie die Versuche beweisen. 4) Die schwache Leitung der Electricität des Electromotors durch sehr unvollkommene Leiter, die einer Electricität von so schwacher Tension einen zu geringen Widerstand entgegen setzen. Ueberhaupt aber sind Leitung und Nichtleitung der Electricität sehr relativ und hängen ganz von der Tension derselben ab. Daher zeigt sich Leitung bei der verstärkten Tension im Electromotor in Fällen, wo sich bei einfachen galvanischen Ketten, also schwacher electrischer Tension Nichtleitung ergiebt, wie dies bei der Leitung durch glühendes Glas, die Flamme und trockne Knochen der Fall war. Hr. von Humboldt hatte es durch genaue Versuche erwiesen, dafs sich diese Körper für die electrische Spannung einzelner galvanischer Ketten nicht leitend verhalten. Die Herren Ritter, *) Pfaff **) und Erman bewiesen indessen das Gegentheil an der verstärkten galvanischen Electricität.

Auch wird aus eben dieser schwachen electrischen Tension deutlich, warum dünnes Papier, trockne Haut und die Epidermis

*) Gilberts Annalen der Phys. IX Bd. 3s St.

**) Gilberts Ann. Jahrg. 1801. St. 2. S. 247-254.

grüner Blätter wenig oder höchstens nur bei sehr starker Wirkung des Electromotors leiten; denn das electrische Fluidum wird durch eine zu geringe Kraft getrieben, um diesen schwachen Widerstand einer äuſserst dünnen nicht leitenden Schicht oder unvollkommener Leiter zu überwinden.

Vergleicht man daher Volta's Electromotor mit den gewöhnlichen Electrisirmaschinen, so kann man wie Pfaff mit Recht behauptet, sagen, daſs dieser Apparat, aus einem Gesichtspunkte betrachtet, die stärkste und aus dem andern Gesichtspunkte betrachtet (so fern nämlich eine gewisse Höhe der Säule zum Maaſsstabe angenommen wird) die schwächste Electrisirmaschine ist und daſs diese Verschiedenheit wesentlich auf der Verschiedenheit des Electricitätserregenden Körpers, der bei beiden electrischen Apparaten angewandt wird, beruht. Der Electromotor ist die stärkste Electrisirmaschine wenn man auf den continuirlichen Strom sieht und dieser stärkere electrische Strom wird in ihm möglich, weil er aus lauter mehr oder weniger vollkommenen Leitern zusammengesetzt ist, während bei den gewöhnlichen Electrisirmaschinen der angewandte electrische Körper als ein sehr un-

vollkommner Leiter, die Mittheilung der erregten Electricität an den Conductor und sofort zurück an das Reibezeug (wenn wir uns auch diesen electrischen Apparat zur strengern Analogie unter der Form eines in sich zurückgehenden Ganzen vorstellen) und folglich den ganzen electrischen Strom retardirt. Er ist die schwächste Electrisirmaschine, wenn auf die Anhäufung von Electricität bis zu einer gewissen electrischen Spannung Rücksicht genommen wird. Der Conductor der gewöhnlichen Electrisirmaschinen erlaubt eine grofse Anhäufung von Electricität, weil hier ein schlechter Leiter der Electricität zwischen dem positiven und negativen Pole (d. h. zwischen dem Conductor und Reibezeuge) liegt. In dem Electromotor wirkt die grofse Leitungskraft der Körper, aus denen er besteht, einer starken Anhäufung oder Verdichtung an einem, und einer so starken Abnahme am andern Ende, knrz einer so hohen Polarität entgegen, und die stattfindende Polarität ist nur die Wirkung des Uebergewichts der Impulsion nach einer Seite hin, über die Leitungskraft. Doch kann man auch durch ansehnliche Vermehrung der Plattenpaare und der daraus resultirenden stärkern Impulsion einen Electromotor errichten, der auch in der

zweiten Rücksicht die stärkste Electricirmaschine übertreffen könnte.

Die regelmäſsige Gradation in den electrischen Kräften der Metalle und überhaupt derjenigen Leiter, welche Volta zu denen der ersten Classe rechnet, macht es unmöglich, einen Electromotor blos aus Metallen zu erbauen. Doch wäre die Einrichtung eines Electromotors aus bloſs festen Körpern sehr wohl möglich, wenn man einen festen Leiter ohne alle Erregungskraft fände, den man statt der feuchten Leiter zwischen die Metalle bringen könnte. Die neuesten Versuche von Hachette und Desormes, welche Guyton in einem eigenen Aufsatz dem französischen Nationalinstitut mittheilte, beweisen, daſs viele feste und trockne Substanzen z. B. das reine oder mit verschiedenen Salzen gemischte Kraftmehl die Stelle der feuchten Substanzen im Electromotor ersetzen können, dem zu Folge also eine Zusammensetzung aus blos trocknen Körpern möglich zu seyn scheint. Doch bleibt es immer noch unentschieden, ob nicht selbst bei den von Hachette und Desormes angeführten Versuchen, die im Kraftmehl enthaltene Feuchtigkeit als unvollkommener Zwischenleiter gewirkt habe. Die oben (S. 76 flg.) angeführten Versuche des Hrn.

Ritter beweisen ebenfalls, dafs ein nur einigermafsen feuchter fester Körper die Stelle des feuchten Leiters im Electromotor vertreten könne.

Bisher ist also die Construction des Electromotors nur durch eine schickliche Zusammensetzung fester und flüssiger Körper möglich gewesen. Blos dem Zwischenlegen der letztern, welches die Anhäufung der electrischen Tension je zweier Plattenpaare bewirkt, dem regelmäfsigen Verhältnisse und der bestimmten Gradation zwischen den Leitern beider Klassen ist das Gelingen der verstärkten electrischen Wirkung zuzuschreiben. Zwar äufsert sich in der Berührung eines Metalles mit einem feuchten Leiter eine kleine electrische Impulsion, allein diese ist weit geringer als die zwischen zwei sehr verschiedenartigen Metallen und aufser allem Verhältnisse mit der, welche die Metalle gegenseitig äufsern. Demungeachtet scheint sich das zwischen der Electricität erregenden Kraft der Leiter erster Klasse statt findende Verhältnifs auch auf die Leiter zweiter Klasse zu erstrecken, wie dies der Zitterfisch beweifst, dessen electrische Organe lediglich aus feuchten Leitern ohne alles Metall entstehen, und dessen Structur

man sehr wohl künstlich nachzuahmen im Stande seyn wird.

Die Differenz der Wirkungen des Electromotors in Rücksicht auf die darin enthaltenen feuchten Zwischenleiter hängt von der verschiedenen Leitungskraft der letztern für den electrischen Strom ab, und diese richtet sich theils nach der Natur des flüssigen Körpers, theils nach der Grösse der Oberflächen.

Durch Metallplatten von grossen Oberflächen wird, wie wir bereits gesehen haben, die Wirkung des Electromotors nur in einiger Hinsicht verstärkt, durch Salmiakauflösung und schwache Säuren hingegen wird sie in jeder Rücksicht vermehrt. Volta erklärt dies daher, dass die in dem Electromotor zwischengelegten feuchten Schichten, wenn sie aus einer salzigen Auflösung bestehen, den electrischen Strom viel weniger retardiren, der durch die wechselseitige Berührung der zwei verschiedenen Metalle, in Bewegung gesetzt wird, als wenn sie blos reines Wasser enthielten, und zwar erstlich, weil diese Salzauflösungen und schwachen Säuren eine viel innigere Verbindung mit den Metallen welche sie angreifen, eingehen, dergestalt, dass sie gleichsam einen ununterbrochen zusammenhängenden Körper

mit ihm bilden, und zweitens, weil sie als bessere Leiter dem electrischen Strome einen freien Durchgang durch ihre eigene Substanz darbieten. Die electrische Spannung bleibt aber in beiden Fällen, man mag sich des Wassers oder der Salzauflösungen bedient haben, dieselbe, wenn gleich die Erschütterungen im letztern Falle viel stärker sind, denn auf das Electrometer wirken sie in beiden Theilen gleich stark. Die Oxydation der Metallplatten diene als Unterhaltungsmittel eines weit innigern Contacts zwischen den Bestandtheilen der Säule, wodurch ihre Thätigkeit ungleich anhaltender und energischer werde.

Concentrirte Säuren, Schwefelalkali und einige andere Körper sind in der Berührung mit den Metallen fast eben so wirksam wie die Metalle unter sich selbst. Daher vermindern sie die electrische Spannung und alle Wirkungen, die vom electrischen Strome abhangen, auſserordentlich, wenn sie als feuchte Zwischenleiter angewandt werden. Dagegen kann man aus ihnen wirksame voltaische Säulen errichten, wenn man sie als Electricität erregende Körper selbst mit einem oder dem andern Metalle combinirt und die gewöhnlichen mehr indifferenten Zwischenleiter anwendet. Doch verlieren

solche Säulen früher ihre Wirksamkeit, weil das Wasser des feuchten Zwischenleiters sich mit der Säure, dem Schwefelalkali u. s. w. sehr bald verbindet, und ihre Electricität erregende Kraft dadurch schwächt. Ein einziges Metall und verschiedene Flüssigkeiten z, B. Wasser, Zinn, Salpetersäure, Wasser, Zinn, Salpetersäure u. s. w. zeigen Wirkungen, die denen der voltaischen Säule vollkommen ähnlich sind *); Daraus folgt wie oben gesagt, daſs die Eigenschaft Electricität in Bewegung zu setzen, keinesweges den heterogenen Metallen ausschlieſsend eigen ist, sondern allen Körpern gemein ist, von welcher Natur sie auch seyn mögen, so daſs es möglich ist, eine electrische Batterie aus verschiedenartigen Scheiben von Hölzern, Flüssigkeiten, Salzen u. s. w. zu Stande zu bringen. „Die Natur," sagt Robertson, „ist karg in ihren Principien, aber nicht in ihren Folgen."

Aus der kürzlich dargelegten Theorie des Hrn. Volta erhellt die Analogie des im Electromotor wirksamen Agens mit der längst bekannten Electricität. Nur die Verschiedenheit ihrer Erzeugung veranlaſst einige

*) m. s. z. B. die Versuche des Hrn. D. Reinhold in Gilberts Ann. d. Phys. X Bd. 4 St

scheinbare Unterschiede zwischen beiden, die aber nur auf der unpassenden Vergleichung beruhn. Die Betrachtung einzelner Phänomene und der daraus resultirenden Analogien und Differenzen wird dies deutlicher erweisen.

Als Analogien beider sind folgende Umzu betrachten:

1) Auf Nerven und Muskeln der Thiere hat der sogenannte Galvanismus die nämliche Kraftäufserung wie die künstliche Electricität. Doch sind die Empfindungen, welche der erstere in den Sinnenwerkzeugen hervorbringt, mit den electrischen in einiger Rücksicht nicht ganz übereinstimmend. Eine schwach geladene kleistische Flasche durchs Auge entladen giebt keine Lichtblitze, und nur starke electrische Funken durch das Auge geleitet, geben Blitzerscheinungen. Dies scheint Hrn. Grapengiefser *) zu beweisen, dafs der sogenannte Galvanismus weit mehr, leichter und tiefer in die Nerven eindringe und diesen mit Auswahl als seinen besten Conductoren folge, statt dafs die Electricität sich mehr der ganzen thieri-

*) a. a. O. S. 37.

schen Masse gleichförmig mitzutheilen und auf die Oberfläche derselben zu verbreiten scheine. Letzteres kann aber nicht als wahr angenommen werden, da bekanntlich der electrische Schlag einer gewöhnlichen mäſsig geladenen kleistischen Flasche bis in die Brust und den Unterleib penetrirt, wozu bereits ein sehr stark wirkender Electromotor gehört. Eben so wenig bedeutend sind die folgenden Beweise für den erwähnten Satz des Hrn. Grapengieſser; denn was die Phaenomene betrifft, welche sich bei der Anwendung des Galvanismus auf getrennte thierische Organe ergeben, so bemerkt man diese auch ebenfalls von der Electricität und was von Humboldts Vorschlag zur Prüfung problematischer Organe durch die Electricität betrifft, so gilt derselbe (wie v. Humboldt *) auch selbst bemerkt) eben sowohl von dem electrischen als galvanischen Reiz. Ein solches Hervortreten der Gesichtsnerven und aller ihrer Aeste bei der Armirung des Frontalnerven und der innern Oberfläche der Nase, als Hr. Grapengieſser bemerkt

*) über die gereizte Muskel- und Nervenfaser S. 26.

haben will, haben nebst mir mehrere andere Aerzte, bei vielfältigen Versuchen dieser Art niemals beobachten können, daher ich mich veranlaſst fühle, dasselbe für ein bloſses Werk der Phantasie des Hrn. Gr. zu halten. — Der wahre Grund der stärkern Lichterscheinungen bei der Application galvanischer Excitatoren auf die Nerven des Auges scheint in der gröſsern Schnelligkeit im Durchgange des galvanischen Agens zu liegen, denn hier findet eine unaufhörlich fortdauernde schnelle Einwirkung auf die Faser statt, bei der Electricität hingegen nur einmaliges (sey es auch intensiv stärkeres) Hindurchgehen ohne fernerm Ersatz. Die Lichterscheinungen im Auge sind, so wie jede besondere Erscheinung in irgend einem Organe, Folge der den Nerven mitgetheilten electrischen Erschütterung, und daſs diese weit weniger von der Masse der electrischen Flüssigkeit als von ihrer Geschwindigkeit abhängen, hat Biot *) bewiesen. Die unaufhörlich fortdauernde starke Electricitätserzeugung im Electromotor macht

*) s. Gilberts Ann. d. Phys. X Bd. 1 St.

macht es auch erklärbar, warum die Erschütterungen des letztern fortdauernd immer stark, bestimmt und oft kommen, dahingegen eine Person, die sich mit der äuſsern und innern Seite der kleistischen Flasche in Verbindung setzt, während man diese ladet, keine Empfindung hat, ein Umstand, den Hr. v. Hauch *) als Unterschied der Electricität und des Galvanismus aufführt. — Auch erklärt sich aus eben dieser ununterbrochenen und schnellen Electricitätserzeugung bei geringer Intensität derselben im Electromotor dasjenige ungleiche Verhältniſs zwischen den Erschütterungen, die dieser hervorbringt und seiner Einwirkung aufs Electrometer, welches Hr. Grapengieſser **) als Beweis einer leichtern Zersetzbarkeit ***) des supponirten galvanischen Fluidums aufstellt. Die schwache In-

*) Nordisches Archiv der Naturkunde Zweiter Bd. 2. Heft.

**) a. a. O. S. 41.

***) Das galvano-electrische Fluidum ist uns seinen Eigenschaften nach kaum halb bekannt und Hr. Grapengieſser spricht schon von Zersetzung und Zersetzbarkeit desselben! Was sich Hr. Gr. unter diesen Ausdrücken denken mag, möchte wohl den Physikern ein Problem seyn, da bis jetzt doch wohl Niemand das electrische Fluidum zersetzte, vielmehr andere Gründe beweisen, daſs es indecomponibel sey.

tensität der electrischen Impulsion des gewöhnlichen Electromotors erklärt es, wie bereits oben erwähnt, warum die Oberhaut ihrem Durchgange mehrentheils widersteht, welches hingegen bei heftiger Wirkung desselben nicht der Fall ist. Daher kann dieser Umstand eben so wenig als Grund der Verschiedenheit des sogenannten Galvanismus von der Electricität aufgestellt werden, als die empfindlichere Wirkung des erstern auf Wunden und ihrer Oberhaut entblöfste Nerven und Gefäfse. Setzt nicht die Oberhaut dem Durchgange der Electricität Hindernisse entgegen, so mufs dieser so wie jeder andere fremdartige Reiz empfindlicher wirken, wie ich dieses auch bei dem Electrisiren oft gewahr geworden bin. Noch weniger kann man es als einen Unterscheidungsgrund betrachten, wenn Hr. Grapengiefser versichert, es sey ihm bis jetzt nur möglich gewesen, durch den Galvanismus auf einzelne Theile und örtliche Krankheiten zu wirken, da der richtigen physiologischen Ansicht des Organismus zufolge eine blos örtliche Einwirkung eines starken Reizes unmöglich ist, sie vielmehr die Er-

regbarkeit im Allgemeinen verändern muſs, die unten anzuführenden Beispiele auch genügende Beweise einer Einwirkung der galvanischen Electricität auf den Organismus geben. Ueberhaupt können sämmtliche von der Einwirkungsart des Galvanismus auf den organischen Körper hergenommene Gründe, welche Hr. Grapengieſser*) für die Verschiedenheit beider Agentien aufstellt, keineswegs wesentliche Unterschiede derselben begründen. Der Galvanismus erregt eben sowohl als die Electricität durch seine Erschütterungen Zuckungen in den willkührlichen sowohl als in den unwillkührlichen (ja sogar den gelähmten) Muskeln. Selbst Thiere, welche mit dem galvanischen Experimenten vor ihrem Tode anhaltend behandelt worden, gehen eben so wie von der Electricität bald in Fäulniſs über **). Eine aus dem voltaischen Electromotor geladene electrische Verstärkungsflasche gab electrische Schläge auf der Zunge***). Volta lud bei seinen Versuchen zu Paris mit einer Säule von 60 Plattenpaa-

*) a. a. O. S. 37 45.

**) Lettera del Dottore Euseb. Valli sull Elettricita animale. Pavia 1792.

***) s. Cruikshanks Abhandlung in Gilberts Annalen X Bd. 3 St.

ren in einer unermeſslich kleinen Zeit eine Batterie von 10 Quadratfuſs Belegung. Die Ladung beträgt hierbei nur 1 Grad seines empfindlichsten Strohhalm-electrometers und kann nach den obenangegebenen Gesetzen der Electricität mit demselben Electromotor nicht höher getrieben werden, da auch seine electrische Spannung nur einen einzigen Grad beträgt, aber sie giebt dennoch im Augenblick ihrer Entladung eine Erschütterung, die bis in die Schultern reicht. Um eine Flaschenbatterie glücklich zu laden, ist es übrigens nothwendig, daſs das Glas der Flaschen sehr dünn sey, und daſs die Zuleitungsdräthe eine auf keiner Stelle unterbrochene Communication zwischen dem Electromotor und den Flaschen unterhalten, weil auch der geringste Zwischenraum bei der geringen electrischen Spannung die Ladung verhindern würde. Einige Physiker behaupten, der Galvanismus wirke nicht durch unterbundene Nerven, wohl aber die Electricität. Auch dies wäre wohl wahrscheinlich der gröſsern electrischen Spannung und ihrer allgemeinern Ausbreitung zuzuschreiben.

2) Beide, sowohl die gewöhnlichen ele-

ctrischen Erscheinungen als die der galvanischen Electricität, entstehn beim Zusammenstofsen zweier Agentien, der + und —E. Denn dafs diese im Electromotor statt finden, ist schon dadurch ausgemacht, dafs jedes Ende desselben seine verschiedene Gasart mit dem Wasser giebt, und dafs sie sich, wie bei der durch Reibung hervorgebrachten Electricität, aufheben, wird deutlich, wenn man die beiden Dräthe, womit man die galvanische Electricität durch das Wasser einer Zersetzungsröhre leitet, in unmittelbare Berührung mit einander bringt, wobei sogleich alle Gasentwickelung aufhört. Doch findet in der Vereinigung der beiden entgegengesetzten Electricitäten ein Unterschied statt, der aber wahrscheinlich auch auf die geringere electrische Spannung des Electromotors beruht. Von der durch die Electrisirmaschine hervorgebrachten geschieht die Vereinigung schon in einem gewissen Abstande oder wie man zu sagen pflegt, innerhalb der Schlagweite, die nach Verhältnifs der Stärke der electrischen Materie verschieden ist, der galvanischen Ausströmungen hingegen nur bei unmittelbarer Be-

rührung der Leiter, die mit den entgegengesetzten Seiten der Batterie verbunden sind. Hr. v. Hauch *) beweiſst dies durch folgenden Versuch: Nimmt man den einen mit dem Electromotor nicht verbundenen Drath einer Zersetzungsflasche, deren anderer von dem ersten einen Zoll im Wasser abstehender Drath mit dem Electromotor zusammenhängt, in die Hand, und legt die andere Hand an den Electromotor, so bekömmt man die Erschütterung nicht eher, als bis die Spitzen beider Dräthe zusammenkommen. Höchstwahrscheinlich aber muſs die Vereinigung der durch Reibung erzeugten Electricitäten durch einen gewissen Zwischenraum der gröſsern Intensität derselben zugeschrieben werden, denn bei starkwirkenden Electromotoren findet auch eine solche statt; das erhellt aus den (oben S. 141.) angegebenen Erfahrungen und Beweisen für eine electrische Athmosphäre derselben. Aus eben dieser gröſsern Intensität der durch Reiben erzeugten Electricität rührt es wahrscheinlich auch her, daſs der electrische Funke stets statt findet, schon ehe die entgegenge-

*) Nord. Archiv d. Nat. K. II Bd. 2. Heft.

setzten electrischen Körper sich einander berühren, oder ehe die Verbindung zwischen den entgegengesetzten Electricitäten durch unmittelbare Berührung vorgegangen ist, dahingegen der galvanische Funke nie eher statt findet als bei der unmittelbaren Berührung der Leiter, die mit den beiden entgegengesetzten Seiten der voltaischen Säule in Verbindung stehn. In beiden ist aber das vollständige Schliefsen der Kettenverbindung nothwendig.

3) In beiden wird die Electricität nur erweckt und die Erschütterungen derselben sind Folgen des electrischen Impulses. In der Electrisirmaschine wird die ursprüngliche Electricität durch Reiben erweckt, im Electromotor durch die blofse Verbindung zweier Körper von heterogener electrischer Spannung. Beide verbreiten ihre Electricität auch an andere Körper, die in ihren electrischen Wirkungskreis gebracht werden. Doch zeigen sich hier einige Differenzen, die wahrscheinlich auch auf demselben Umstande beruhen, dafs das Eigenthümliche der durch den Electromotor erregten Electricität eine geringe Spannung mit ei-

ner außerordentlichen Geschwindigkeit sey. Bei der Electricität nämlich durch Reibung kann vermittelst der Eigenschaft jedes electrischen Körpers in einem jeden andern Körper, der in seinen electrischen Wirkungskreis gebracht wird, eine seiner eigenen entgegengesetzte Electricität zu erwecken, eine mit Metall belegte Glasplatte oder Flasche geladen und folglich die verstärkte Electricität hervorgebracht werden, dahingegen der sogenannte Galvanismus nur bei unmittelbarer Berührung wirkt, also keine Wirkungskreise außerhalb des galvanisirten Körpers selbst zeigt. Daher kann auch kein verstärkter Galvanismus hervorgebracht werden und folglich können mit Metall belegte Glasplatten oder Flaschen ebenfalls keine vermehrte Wirkung beim Galvanismus hervorbringen oder überhaupt die geringste andere Wirkung dabei äußern, als die, welche jeder andre Leiter von gleicher Oberfläche wie das mit Metall belegte Glas hervorbringt *). — Ferner geben bei der durch Reibung erzeugten Electricität Metallspitzen ein Mittel ab,

*) v. Hauch a. a. O.

um auf eine unmerkliche Weise die entgegengesetzten electrischen Ausströmungen zu vereinigen, so daſs man selbst bei einer sehr groſsen Batterie die beiden Electricitäten ohne Empfindung und Erschütterung vereinigen kann. Beim Galvanismus aber ist dieser Uebergang durch die Metallspitzen von der Art, daſs diese gegen den Electromotor gestellt, ihm nichts entziehen, denn der Schlag bleibt eben so stark. Setzt man sich auf einer Seite mit dem Electromotor in Berührung, und auf der andern durch einen Drath, so bekömmt man den Schlag. Es scheinen also die Spitzen beim Galvanisiren die entgegengesetzte Wirknng zu thun, wie bei der Electricität *).

4) Beide haben einerlei Leiter und Nichtleiter, und sollten sich einige Körper als unvollkommenere Leiter der aus dem Electromotor entbundenen Electricität zeigen, so rührt dies blos von der verhältniſsmäſsig geringern electrischen Spannung des kleinern Electromotors her, dahingegen die aus einem starkwirkenden Electromotor entbundene Ele-

*) v. Hauch a. a. O.

ctricität denselben dennoch als Leitern folgt. So schienen trockne Knochen, die Lichtflamme und das heiſse Glas das electrische Fluidum aus dem Electromotor zu isoliren, da sie doch das durch die Electrisirmaschine entbundene leiten. Herrn Ritters und Ermans *) Versuche haben das Gegentheil bewiesen. Im luftleeren Raume wirkt weder Galvanismus noch Electricität.

5) Beide bewirken das Anziehen und Abstoſsen kleiner Körper auch in der Ferne. Hr. v. Hauch **) stellt den verhältniſsmäſsig zu seinen übrigen Wirkungen sehr geringen Effect des Electromotors auf das Electrometer als ein Unterscheidungszeichen des Galvanismus von der Electricität auf und hält diesen Effect für eine Folge der Verdünstung des Wassers u. dgl. Man fand diese Einwirkung aufs Electrometer bei den frühern Versuchen äuſserst gering; denn in Kopenhagen sah man das bennetsche Electrometer erst von 600 Platten deutlich afficirt werden, wenn man den untern Theil desselben

*) Gilberts Ann. X. Bd. 3. St.

**) a. a. O.

mit der untersten Platte des Electromotors auf einem Isolirbrett in Verbindung brachte und auf den obern Theil desselben einen galvanischen Funken fallen liefs *) und Hr. Steffens fand, dafs der Drath von der Zinkseite zwar sehr deutlich auf ein äufserst empfindliches bennetsches Electroscop wirkte, eine nur mäfsig geriebene Siegellackstange aber die Goldblättchen weit mehr in Bewegung setzte. Der Drath von der Silberseite hob zwar diese Wirkung auf, schien aber gar keine Divergenz im Electroscop zu bewirken **). Es haben aber theils die eigenen Versuche Volta's eine stärkere Einwirkung der galvanischen Electricität aufs Electrometer bei gehöriger Manipulation erwiesen, theils ist aus der geringern electrischen Spannung des Electromotors die geringere Einwirkung auf das Electrometer wohl erklärbar.

6) Bei der Vereinigung beider Electricitäten entstehen am Electromotor sowohl als an der Electrisirmaschine Funken. Doch dif-

*) Gilberts Ann. VII Bd. S. 521.

**) Ebendas. S. 522.

feriren die Funken der galvanischen Batterie sehr von den electrischen durch ihr Sprühen nach Art der Feuerräder *), wahrscheinlich, weil hier wegen der fortdauernden schnellen Electricitätserzeugung jedesmal eine Verbrennung der Metallspitzen vorgeht. Uebrigens ist das Knistern und Leuchten der Funken an beiden gleich; auch zünden sie mit gleicher Kraft leicht entzündliche Körper wie Phosphor, Schiefspulver, und verkalken die Metalle. Von der Electricität beobachtete schon Franklin, dafs Eisen, welches wiederhohlt electrischen Funken ausgesetzt ward, verkalkt und zerfressen wurde **). Vom Galvanismus lehrten es vorzüglich die oben erzählten Versuche des Hrn. van Marum.

7) In beiden scheint der Sauerstoff ein wirkendes Mittel. Von der Electricität war es längst bewiesen, dafs man durch jedes Anbringen derselben blaue Pflanzensäfte in rothe verwandeln könne ***). Eben dies geschieht durch die galvanische Electricität.

*) s. Gilberts Ann. 1801. St. 2. S. 151. Nordisches Archiv. II Bd. 1. St. S. 157.

**) s. Priestley Gesch. der Electr. S. 322.

***) s. Priestley Ebendas.

8) Man erhält sowohl durch die Einwirkung der Electricität als des Galvanismus aus dem Wasser Sauerstoffgas und Wasserstoffgas. Man kannte seit längerer Zeit die Art mittelst electrischer Explosionen das Wasser zu zersetzen. Nicholson bewirkte dies durch den simplen electrischen Strom, indem er einen goldenen Drath so in eine Glasröhre schliff, daſs man blos mit einer Loupe den Endpunkt des Metalls darin wahrnehmen konnte. Robertson *) in Paris lud zu diesem Behuf eine sehr groſse Batterie und brachte in den Erschütterungskreis einen sehr feinen Drath von Platina, den er in eine isolirende Substanz eingelassen hatte und der sich in eine kleine Röhre mit Wasser endigte. Der electrische Strom, der beständig durch das ununterbrochene Drehen der Maschine unterhalten wurde, war genöthigt, sich durch diesen unvollkommenen Leiter zu drängen, und indem dies geschahe, zersetzte er mehr oder weniger Wasser, je nachdem die Dicke der

*) s. Journal de Paris und Jenaer Allg. Litt. Z. Intellig. Bl. nro. 13. 17. Jan. 1802.

Metalldräthe mehr oder weniger mit dem Ueberflusse des electrischen Stroms in Verbindung stand. Doch findet auch in dieser Rücksicht ein scheinbarer Unterschied zwischen der Electricität durch Reibung und der Metallplatten statt. „Nur plötzliche Entladungen großer electrischer Batterien, sagt Hr. v. Hauch*), vermögen Wasserzersetzungen hervorzubringen, dahingegen beim Zersetzen durch den Galvanismus kein Stoß, kein Funken ist, sondern nur ein allmähliges Ausströmen der entgegengesetzten galvanischen Materien durch die flüssigen Körper hindurch." Eine gehörige Einsicht des gegenseitigen Verhältnisses des Electromotors aber und der Electrisirmaschine wird hinreichen, um diesen Unterschied weniger auffallend zu finden, denn was durch dies letztere an Electricität auf einmal entbunden wird, erzeugt ein wirksamer Electromotor fortdauernd und in unmerkbar schnell aufeinander folgenden Momenten. Mit Recht sagt Biot: „Die chemischen Erscheinungen, welche vom Galvanismus abhängen, können nicht als wesentlich denselben von der Electricität unterscheidend betrachtet werden,

*) a. a. O.

weil sich das galvanische Fluidum in unsern Apparaten nie anders als mit einer grofsen Geschwindigkeit und einer geringen Masse zeigt, während die Electricität, wenn wir sie durch unsere Batterien in Bewegung setzen, zugleich in grofser Masse und in grofser Geschwindigkeit erscheint. Da nun im Galvanismus selbst die verschiedenen Verhältnisse der Geschwindigkeit und Masse zu so auffallenden Verschiedenheiten Anlafs geben, wie viel gröfser mufs nicht die Verschiedenheit seyn, welche zwischen der durch unsere Maschinen hervorgebrachte Electricität und der sehr schwachen mit einer sehr grofsen Geschwindigkeit begabten Electricität der galvanischen Apparate obwaltet." *)

Es ergeben sich nun aus der Darstellung der Theorie der galvanischen electrischen Erscheinungen nach Volta's Ideen aufser denen bisher angegebenen noch folgende Resultate:

1) In Ansehung der Pole des Electromotors erhellt es, dafs diese immer nach der relativen Lage der Metalle in dem eigenthümlichen Elemente des Electromotors, dem Metallplattenpaare bestimmt werden müssen, so dafs der positive Pol

*) Gilberts Ann. d. Phys. X Bd. 1s St.

sich immer nach der Richtung hin befindet, nach welcher das positive Metall liegt und nach welcher hin der electrische Andrang statt findet, also dem Zink, so wie der negative Pol nach der entgegengesetzten Richtung. Zugleich aber erhellt daraus die Richtigkeit unserer oben angegebenen Bauart des Electromotors und der dafür S. 126 flg. angegebenen Gründe.

2) In Ansehung der Erschütterungen, die der Electromotor in organischen Körpern verursacht, ist es offenbar, dafs sie durch das schnelle Hindurchströmen der Electricität durch dieselben verursacht werde. Der Uebergang mufs hiebei nothwendig vom Silber nach dem Zink geschehen. Herr Ritter wagte bei seinen frühern Versuchen (s. ob. S. 37.) noch nicht hierin genau zu bestimmen. Dr. Bischoff hielt es, durch eine Beobachtung *) überzeugt, für sehr glaublich, dafs die Wirkung vom Silber oder dem compacten Metalle zum Zink übergehe. Volta's Theorie bringt letzteres zur Gewifsheit. — Die Heftigkeit der Erschütterungen mufs von

*) s. dess. angef. Schr. S. 68.

von der Geschwindigkeit des Fluidums abhängen und daſs diese bei der Vergröſserung der Platten sich gleich bleibe, zeigt die Erfahrung; denn wenn gleich bei Platten von groſser Oberfläche die Anziehungen und Verbrennungen der Dräthe, wobei das Fluidum durch seine Masse und Stetigkeit wirkt, auffallender und mit mehrerer Heftigkeit geschehen, so ist doch die Erschütterung dieselbe, als bei eben so viel Platten von kleiner Oberfläche. Daher setzt Biot *), der die Bewegungen des electrischen Fluidums im Electromotor sowohl als anderweitig, von der repulsiven Eigenschaft der Theilchen, woraus es zusammengesetzt seyn soll, ableitet, fest, daſs in jeder Art der Electricitätsbewegung das Fluidum von den Spitzen ausströme, von den ebenen Flächen zurückgehalten werde.

Dem zufolge müssen die galvanischen Erscheinungen von dem Verhältnisse der Quantität des Fluidums zu seiner Geschwindigkeit abhängen, die Quantität aber im geraden, die Geschwindigkeit im verkehrten Verhältnisse mit der Gröſse der Platten ei-

*) s. Pfaffs und Friedländers erstes Heft.

ner Säule stehn. Von dieser Geschwindigkeit des Fluidums hängen dann auch der galvanische Geschmack und Blitz (als bloſse Modificationen der Erschütterungen nach den Sinnesorganen, auf die sie einwirken) ab. Diesem zufolge kann man sich in medicinischer Hinsicht keine bessere Wirkungen von gröſsern Metallplatten versprechen als von kleinen. Auch sind diejenigen Versuche, welche man mit einem Electromotor aus groſsen Metallplatten im hiesigen Taubstummeninstitut angestellt hat, ohne allem Nutzen gewesen. Die (oben S. 129-137) angegebenen Wirkungen galvanischer Kettenverbindungen auf organische Theile in den Momenten des Schlieſsens und Trennens erklärt Lehot *) nach Volta's Theorie sehr befriedigend aus einer Anhäufung des electrischen Fluidums im Organe vor seinem Wiederaustritt aus den Nerven in die Armatur. Wenn z. B., sagt er, das Fluidum die Zunge von der Spitze an nach der Wurzel zu durchdringt, so verursacht es einen besondern nach seiner Menge und nach der Empfänglichkeit des Organs stärkern oder schwächern Geschmack. Strebt es aber in entgegengesetzter Richtung durch

*) Theorie des einfachen Galvanismus vorgel. im Nat. Inst. Decbr. 1800. Journal de Physique T. IX pag. 135. Gilberts Ann. d. Phys. S. 188.

die Zunge herauszugehen, so bringt es einen viel schwächern Geschmack hervor. Das Fluidum kann aber nur mit Schwierigkeit aus der Zunge herausgehen, es häuft sich daher zum Theil in diesem Organe an; und wenn die Ursache, welche diese Ansammlung veranlaſst, die Schlieſsung der Kette an der Wurzel, aufhört, so kehrt es wieder nach der Wurzel hin zurück und verursacht daselbst den galvanischen Geschmack. Verbreitet es sich durch die Muskularsubstanz belebter thierischer Organe, so verursacht es Zuckungen. Diese können bei noch stattfindender hoher Reizbarkeit entstehen, wenn das dem Organe eigenthümliche Fluidum sich vorher durch irgend eine Ursache ungleich vertheilt und in einigen Puncten angehäuft hat. Ist die Reizbarkeit aber schon erschlafft, so können die Zuckungen nur durch den Zufluſs dieses Fluidi von andern Körpern her im Organe hervorgebracht werden. Im ersten Grade geschwächter Reizbarkeit der Organe zeigen sich die Muskularbewegungen, in welcher Richtung auch das Fluidum sie durchdringen mag. Ist die Reizbarkeit mehr geschwächt, so ist die Richtung des Stroms nicht mehr gleichgültig. Bewegt sich nämlich alsdann das Fluidum von den nervigen Aesten (dem Organende)

nach dem Nerven (oder vielmehr dessen Hirnende) zu, so bringt es viel schwächere Zuckungen hervor als wenn es die entgegengesetzte Richtung hat, und im ersten Falle sammelt sich ein Theil desselben an dem Puncte an, wo es aus dem Nerven herauszugehen strebt. Diese Anhäufung und dieser Unterschied der Wirksamkeit des Stroms, je nachdem er das Organ nach der einen oder der andern Richtung durchströmt, sind um desto gröſser, je schwächer die Reizbarkeit und je kleiner die Quantität des in Bewegung gesetzten Fluidi ist. Ist die Reizbarkeit sehr geschwächt, so erfolgen nur noch Contractionen, wenn das Fluidum die Organe in der Richtung vom Nerven nach dem Muskel zu durchdringt, aber keine mehr, wenn es die entgegengesetzte Richtung hat, doch häuft es sich in diesem Falle fast gänzlich im Nerven an. Hört dann die wirkende Ursache der Anhäufung auf, so kehrt das Fluidum wieder von selbst zurück, und bringt, indem es die Organe in der günstigsten Richtung durchläuft, wieder Muskularbewegungen hervor. Wenn man also die wirksame Kette (oder eine solche, die aus verschiedenen, der Natur ihrer Theile nach, nicht symmetrisch geordneten Stoffen zusammengesetzt ist) öffnet, oder was eins ist, ei-

nen isolirenden Körper als Glied einschiebt, so kehrt das im Organe durch das Schliefsen der Kette angehäufte Fluidum von selbst zurück und es entsteht ein dem ersten entgegenlaufender Strom. Dieser ist desto stärker, je länger die Kette geschlossen gewesen war, jedoch immer unendlich viel schwächer, als der erste."

Hr. von Arnim behauptet, dafs sich fast alle Wirkungen des Galvanismus im menschlichen Körper auf Wärmeentwickelung reduciren lasse. Bei heftiger Einwirkung des Electromotors auf unsere Organe entstehe Wärmegefühl am Sauerstoffdrathe und Kältegefühl am Wasserstoffdrathe. Das stärkere Getöne im Ohre erscheine bei genauer Aufmerksamkeit als plötzliche Erwärmung. Im Auge werde diese Wärmecapacitätsänderung als Licht construirt. Auf Geruch und Geschmack scheine die specifische Wirkung der galvanischen Electricität bestimmt von der Bildung der Salpetersäure und des Ammoniaks abzuhängen, alle Sinne demnach nicht unmittelbar durch den Galvanismus afficirt zu werden. Diese Aenderung der Temperatur zeige sich nicht allein in der Einwirkung auf die Reizbarkeit und die Quantität der organisch sich bildenden Wärme, sondern auch selbst an unorganischen

Leitern. v. Arnim füllte zwei kleine Gläser mit Quecksilber und setzte sie durch eine krumme Glasröhre voll Quecksilber in Verbindung. Die Oberfläche des Quecksilbers wurde mit Wasser bedeckt, in welches die goldenen Polardräthe reichten. Immer war an der Seite, wo sich das Quecksilber oxydirte, nach einem sehr empfindlichen Termometer in der ganzen Masse des Quecksilbers bis 0°, 9 R. Wärmeüberschufs. Dieser Unterschied der Wärme sey es auch vielleicht allein, wodurch ein Galvanometer möglich werden könne *). Allein 1) entscheiden die Versuche und Gründe des Hrn. v. A. keinesweges, ob die Wärmeerzeugung bei der Einwirkung der Electricität auf organische und unorganische Körper erste Ursache aller übrigen Erscheinungen oder Coeffect derselben ist; 2) müfste man doch durch irgend eine Application der Wärme dieselben Wirkungen der Electricität auf belebte und unbelebte Körper hervorbringen können als die Electricität gewährt, z. B. Erschütterungen, Lichterscheinung u. s. w.; 3) beweifst die Erfahrung, dafs die Lichterscheinungen im Auge durch jeden heftigen, selbst mechanischen Reiz hervorgebracht werden.

*) s. Gilberts Ann. d. Phys. VIII Bd. 1. 2. 3. St.

So sieht man beim Druck oder Schlägen aufs Auge Funken in demselben, so erzeugt der Gebrauch der Belladonna Funken im Auge, so entstehn selbst krankhafte Lichterscheinungen beim anfangenden schwarzen Staare ohne vermehrter Wärme. Ich glaube demnach, dafs wir uns zur Erklärung der Erscheinungen bei der Einwirkung der Electricität auf die Sinnorgane blos auf das Hindurchströmen des electrischen Fluidums durch die Nerven beschränken müssen, so lange, bis wir die Wirkungen der Reize im Allgemeinen und die chemischen Veränderungen, welche sie in den Nerven hervorbringen, genauer als bis jetzt kennen lernen.

Aus allen bisher angeführten Gründen überhaupt geht das bestimmte und unzubezweifelnde Resultat hervor; dafs sich die Grundursach der galvanischen und electrischen Erscheinungen im Wesentlichen durchaus identisch beweise oder wie Hr. Ritter *) es ausdrückt, das $\pm X$ zu dem längst bekannten electrischen, zu $\pm E$ in dem Verhältnisse stehe wie $\pm X = \pm E$. — Frägt man nun aber weiter, welches sind die Bestandtheile des electrischen Fluidums und

*) s. dessen treffliche Abhandlung in Gilberts Ann. d. Phys. VIII Bd. 4 St. S. 385 flg.

welche chemische Veränderungen in den Elementen der Körper sind es, die bei den von uns sogenannten electrischen Erscheinungen vorgehen? so müssen wir in dieser Rücksicht unsere grofse Ungewifsheit eingestehen und uns bei den scharfsinnigen Theorien der Naturphilosophen begnügen, bis es uns durch fortgesetztes Forschen gelingt hierin zur völligen Evidenz und Gewifsheit zu gelangen.

L. Brugnatelli *) hält das electrische Fluidum seiner Natur nach für eine eigenthümliche Säure. Diese electrische Säure (Ossielettrico) sey eine Flüssigkeit, die an unendlicher Feinheit dem Wärmestoffe und dem Lichtstoffe gleich komme. Sie sey expansiv, habe einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, der sich dem des Phosphors nähert, und einen sauren stechenden Geschmack, und verursache auf der Haut Reiz und Entzündung, die sehr leicht durch Anwendung einer verdünnten Auflösung des Ammoniums gehoben werde. Auf Stellen, die von der Oberhaut entblöfst sind, bringe diese electrische Säure ein Brennen hervor, wie jede Säure. Sie röthe die Lackmustinctur, sie dringe in die Metalle ein und löse in strö-

*) Annali di Chimica Tom. XVIII. 1800. p. 136 sq. Gilberts Ann. d. Phys. Bd. VIII. S. 284 flg.

mende Bewegung gesetzt die Metalle selbst auf. Hiebei habe sie die Eigenschaft, die aufgelösten Metalle in sehr grofser Entfernung mit sich fortzuführen und zwar durch die Substanz mehrerer anderer Körper hindurch. Die electrische Säure sey im Wasser auflösbar; in einer solchen Auflösung oxydiren sich die meisten Metalle auf Kosten des Wassers, welches in diesen Fällen mit Erzeugung von Wasserstoffgas ersetzt wird. Die erzeugten Metalloxyde verbinden sich aber mit der electrischen Säure und bilden so electrischsaure Metalle. Das electrischsaure Kupfer hat eine schöne grüne Farbe und ist durchscheinend, das electrischsaure Zinn ist dunkelgrau, das electrischsaure Silber ist weifs und durchscheinend, das electrischsaure Eisen gelblichroth und opak. Die electrischsauren Metalle seyen im Wasser auflöslich, ihre auffallendste Eigenschaft sey aber die, dafs sie von der electrischen Säure durch das Wasser hindurch zu ansehnlichen Entfernungen fortgerissen würden und dafs sie sich dann auf dargebotene heterogene Metalle in Gestalt salinischer Krusten niederschlügen, die bald irreguläre Anhäufungen bald auffallend regelmäfsige Krystallisationen bilden. — Eben diese Theorie von einer electrischen Säure als Grundursach der Er-

scheinungen am Electromotor vertheidigt Robertson *).

Die neuesten Deductionen einiger scharfsinnigen Naturphilosophen, vorzüglich eines Schelling, zur Erklärung der electrischen und galvanischen Erscheinungen, verdienen hier hauptsächlich vorgetragen zu werden. Doch müssen dieselben, wenn sie gründlich gefaſst werden sollen, im Zusammenhange mit den allgemeinen bis jetzt bekannten Untersuchungen im Felde der speculativen Physik studirt werden, welches kein Arzt und Naturforscher, dem es um Vervollkommnung seiner Ansicht der Natur zu thun ist, verabsäumen wird. Folgende Sätze sind es vorzüglich, welche als die bestimmtesten Resultate jener Untersuchungen, in sofern sie unsern Gegenstand betreffen, aufgestellt werden **).

„Jeder Körper hat im Allgemeinen das Bestreben, seine Cohäsion im Ganzen zu erhöhen. — Je zwei differente Körper setzen in sich wechselseitig relative Cohäsionserhöhung und Verminderung. Diese wechselseitige Cohäsionsveränderung durch Be-

*) Annales de Chemie, Tome XXXVII.

**) m. s. hauptsächlich Schellings Zeitschrift für speculative Physik. Zweit. Bds 2s Heft.

rührung zweier differenter Körper ist der einzige Grund aller Electricität. Da die Berührung der differenten Körper zur Electricität nur nöthig ist, so möchte es sich wohl zeigen, dafs in dieser ganzen Potenz alles, dafs also Magnetismus, Electricität u. s. w. wieder gemeinschaftlich unter dem Schema des Magnetismus stehen. Indifferente Körper, die sich berühren, streben in sich wechselseitig Cohäsionsveränderungen zu setzen. Weil im Allgemeinen jeder Körper das Bestreben hat, sich in seiner Cohäsion zu erhöhen, dies aber nur unter der Bedingung einer Cohäsionsveränderung im andern möglich ist, so setzt von indifferenten Körpern, die sich berühren, jeder im andern wechselseitig die letztere. Cohäsionsverminderung relativ d. h. in Bezug auf proportionale Cohäsionserhöhung ist demnach = Electricität. — Von je zwei differenten Körpern, die sich berühren, wird derjenige negativelectrisch, welcher eine relative Cohäsionserhöhung, derjenige positiv, welcher eine gleiche Cohäsionsverminderung erleidet. Die Electricität wird demnach nur erweckt und im Grunde gar nicht mitgetheilt. Der electrische Leitungsprocefs geschieht unter

der Form des Magnetismus und ist ein activer Cohäsionsprocefs; denn er geschieht nicht ohne gleichzeitige Cohäsionserhöhung und Verminderung zwischen zwei verschiedenen Körpern oder verschiedenen Puncten desselben Körpers unter der Form des Magnetismus, mithin auch als activer Cohäsionsprocefs. Weder durch Magnetismus, noch durch Electricität wird die Totalität des dynamischen Processes (des Strebens der Natur zur absoluten Indifferenz) dargestellt, sondern nur durch chemischen Procefs. Der Sauerstoff ist Mittelglied aller chemischen Thätigkeit und aller chemische Procefs entweder Oxydation oder Desoxydation *). Der chemische Procefs in seiner Ursprünglichkeit beruht einzig darauf, dafs zwei differente Körper durch Berührung wechselseitige Cohäsionsveränderungen in sich setzen und jedes derselben seinen Zustand auf Kosten des Indifferenten wieder herstellt. — Das allgemeine Gesetz dieses Processes ist: dafs von zwei unter die Bedingungen des chemischen Processes versetzten Körpern derjenige, dessen Cohäsion relativ vermindert

*) m. s. Schelling von der Weltseele und dess. Ideen zur Naturphilosophie.

ist, sich oxydirt (also das Wasser zu Sauerstoff potenzirt) derjenige dagegen, welcher in seiner Cohäsion erhöht ist, sich desoxydirt, oder wenigstens das Wasser zu Wasserstoff potenzirt *). — Der chemische Procefs ist sowohl durch Magnetismus als durch Electricität vermittelt. — Als nothwendige Bedingung der vollkommensten galvanischen Action werden zwei starke aber differente Körper gefordert, die unter sich und mit einem dritten flüssigen in Berührung sind. Aber diese Bedingungen sind die reinsten des chemischen Processes. Daraus folgt nun, (nicht dafs der chemische Procefs durch Galvanismus bewirkt werde, sondern) dafs der Galvanismus der chemische Procefs selbst und sonst nichts sey, aber in der ganzen Totalität seiner Bedingungen, insofern er die Bedingung aller Construction (Triplicität der Kette) auch die Momente der

*) Auf das Gesetz, dafs die Thätigkeit innerhalb der galvanischen Kette gleich sey der Differenz der Verwandschaftsgrade beider Körper zum Sauerstoff hat Dr. Kielmeyer bereits früher hingedeutet und dafs der Sauerstoff und Wasserstoff die beiden Electricitäten repräsentire, hat Schelling erwiesen (Zeitschr. f. specul. Phys. Bd. 1. Heft 2. S. 90.) Aber wie kömmt es hiebei, dafs gerade der positive oder Zinkpol dessen Cohäsion relativ vermehrt wird Sauerstoff giebt und der entgegengesetzte Wasserstoff?

Construction selbst, den Magnetismus, die Electricität und den chemischen Procefs im engern Sinne darstellt. Galvanismus und chemischer Procefs stehen demnach keinesweges in Causal, sondern in Identitätsverhältnifs, und der sogenannte Galvanismus mufs aus der Reihe eigenthümlicher Formen von Thätigkeit (Processe genannt) ganz verschwinden. Schon Volta entfernte alles Aufserwesentliche aus der Theorie vom Galvanismus, indem er zuerst die thierischen Theile aus der Kette entfernte und zeigte, dafs sie in derselben als blofse feuchte Leiter (also in einer ganz allgemeinen Quantität) wirken, und dafs dieselbe Wirkung durch jeden andern feuchten Theil eben so gut erreichbar sey. — Da nun der sogenannte Galvanismus zugleich Magnetismus, Electricitat und chemischer Procefs (den letztern im engern Sinne gedacht) folglich der chemische Procefs selbst, in der Totalität seiner Bedingungen dargestellt, ist, unter welche dann nothwendig die Electricität auch ist, so ist es nicht weniger nothwendig, dafs die voltaische Batterie die auffallendsten electrischen Erscheinungen, als dafs sie die bedeutendsten chemischen hervorbringen mufs.

In der höhern Abstraction lautet das Gesetz, daſs die Thätigkeit in der galvanischen Kette gleich sey der Differenz der Verwandschaftsgrade beider Körper zum Sauerstoff, so: das Moment der Thätigkeit ist gleich der Differenz der Cohärenzgrade zweier Factoren der Cohärenz. — Indifferente Körper, welche sich berühren, setzen in sich selbst sowohl als zwischen sich wechselseitig active Cohäsion; denn sie streben sich zu erwärmen. Nun ist aber active Cohäsion das Widerstrebende der Wärme. Also werden sie in sich wechselseitig active Cohäsion, mithin Magnetismus, und da dies wechselseitig gilt, auch Cohäsion unter sich setzen. Hinwiederum werden differente Körper nur active Cohäsion zwischen sich, aber nicht wechselseitig in einander setzen. Daraus erhellt, warum überhaupt nur indifferente Körper sich magnetisiren, anstatt, daſs nur differente sich electrisiren, und daſs Adhäsion in starren Körpern Magnetismus ist. Der Moment des Magnetismus ist im chemischen Proceſs als solchem der Moment der Adhäsion, der Moment der Electricität hingegen im chemischen Proceſs als solchem beruht auf dem Potenzirtwerden des Flüssigen zu Sauerstoff und Wasserstoff."

Es breiten sich demnach gerade vom

Galvanismus die gröſsten Revolutionen für die höhere Physik und Physiologie aus. Vorzüglich aber hat die letztere durch die nähere Kenntniſs der Bedingungen galvanischer Thätigkeit an deutlicher und tieferer Ansicht des Ursprungs der Erregbarkeit gewonnen. Hr. Ritter stellte, wie oben erwähnt, den Satz auf, daſs der Lebensproceſs galvanische Action sey, begründete denselben durch die Betrachtung der Triplicität als Bedingung galvanischer Thätigkeit, welche sich in organischen Körpern wiederfindet und Schelling erweist, daſs die organische Thätigkeit durch Triplicität erregt werde. Ihm zu Folge ist Organisation das Gemeinschaftliche aus einem Conflicte mannigfaltiger Actionen, welche jedoch nur ihrer Natur gemäſs produciren wollen, ein organischer Körper also der, welcher durch eine immer rege Wechselbestimmung aller Theile des Ganzen sich, immer selbst erzeugt. Soll ein individueller Organismus Permanenz erhalten, so muſs derselbe als eine eigene in sich bildende und erhaltende Sphäre wieder gleich seyn einer Thätigkeit, die mit einer andern entgegengesetzten auſserhalb dieser Sphäre liegenden Thätigkeit im Conflict steht. Dies ist das äuſsere Unorganische, wogegen die nach auſsen gehende Thätigkeit des Organischen (Recep-

ceptivität) gehen mufs. Die Receptivität des Innern für das Aeufsere gründet sich auf seine dem Aeufsern entgegengesetzte Thätigkeit und umgekehrt hängt von seiner Receptivität für das Aeufsere seine Thätigkeit ab. Beide, Receptivität und Thätigkeit des Organismus (Duplicität im Organismus) sind also durch einander bestimmt und bestehen nur in dieser Wechselbestimmung, keineswegs aber jede einzeln für sich. Sensibilität, Irritabilität und Bildungskraft sind die Momente, auf die sich die im Organismus regsamen Kräfte reduciren lassen, da die organische Thätigkeit sich in der Erfahrung nur als ein Wechsel von Contraction und Expansion und als Production zeigt. Die Ursache der Erregbarkeit des Organismus (oder seiner Fähigkeit durch äufsere conträre Einflüsse zu beständiger Selbstreproduction bestimmt zu werden) ist nicht eine Thätigkeit des Organismus selbst, sondern eine höhere durch ihn als Mittelglied wirkende Thätigkeit.

Sie mufs also eine den chemischen Einflüssen entgegengesetzte Thätigkeit ausüben und nur unter der Bedingung auf den Organismus thätig seyn, dafs in ihm Duplicität Statt findet. Da aber (nach den, zum Theil oben angegebenen, Beweisen der Naturphilosophie) nur die auch von einer hö-

hern Ordnung ausgehende Ursache des chemischen Processes unter der Bedingung der Duplicität thätig ist, so ist diese identisch mit der Ursache der Erregbarkeit. Die Sphäre dieser Ursach liegt weder ausschliefslich im Organismus noch im Mechanismus, sondern in der Natur selbst, kurz die Ursache der Receptivität (oder der organischen Duplicität) mufs sich in die letzte Bedingungen der Natur selbst verlieren.

Soll der Organismus organisirend, d. h. ins Unendliche productiv bleiben, so mufs das Gleichgewicht seiner ursprünglichen Duplicität immer gestört und wiederhergestellt werden. Gestörtes Gleichgewicht ist in der Natur nur durch die Tendenz zur Wiederherstellung desselben wahrnehmbar, also mufs auch im Organismus eine solche Tendenz vorhanden seyn. Der Grund dieser Störung mufs durch ein Drittes bewirkt werden und die höhere Influenz (durch deren Einflüsse der Organismus den Einflüssen der gröbern unorganischen Aufsenwelt entzogen wird) ist nur unter der Bedingung der T r i p l i c i t ä t thätig. Diese ist nothwendig im Galvanismus und die durch sie erregte Thätigkeit dauert im Organismus selbst bei der anscheinenden Ruhe desselben fort, wie in der galvanischen Kette, und es mufs in ihm

beständige Triplicität vorhanden seyn (m. s. Ritters Behauptung, daſs der Lebensproceſs galvanische Action sey, oben S. 38 flg.) Diese ist die Bedingung einer immer regsamen aber auch gleichförmigen und eben darum äuſserlich sich nicht darstellenden Thätigkeit im Organismus, die aber, da sie sich auch durch äuſserliche. Veränderungen des Organismus als Object darstellen soll, nicht als beständig im Organismus angenommen werden dürfte; ein Widerspruch, der nur durch die Annahme eines beständigen Werdens und nicht eines Bestehens jener Triplicität gelöset werden kann. Beständig werdende Triplicität ist also Bedingung der organischen Thätigkeit. Es folgt also, daſs in Allem, wodurch sich die organische Thätigkeit äuſsert, eine und dieselbe Ursache statt finde, die den Organismus sensibel macht, und sich in ihm thätig zeigt unter den Phänomenen der Contraction und Expansion so wie der Production in allen ihren Modificationen, Ernährung, Sekretion und Geschlechtsfortpflanzung. Denn so wie die dynamische Stufenfolge in der allgemeinen Natur von Licht auf Electricität, von Electricität auf Magnetismus fortläuft, so wiederhohlt sich in der organischen Natur dieselbe Reihe gleichsam in ei-

ner höhern Potenz und geht von Bildungstrieb auf Irritabilität, von Irritabilität auf Sensibilität über, und so ergiebt sich am Ende der Schluſs, daſs es dasselbe Product ist, das von der höchsten Stufe der Sensibilität sich endlich in die Reproductionskraft verliert.

Durch die obigen Sätze über das Daseyn eines Galvanismus im organischen Körper gewinnen die sinnreichen Vermuthungen des Hrn. v. Arnim *) einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit. Er nimmt an, daſs wenn ein innerer Galvanismus, ein Gegensatz im thierischen Körper, nachgewiesen werden könne, sich uns auch das Princip der organischen Festmachung, der animalischen Krystallisation in demselben zeige, und daſs so wie alle electrische Formgebung in krummen Linien (— E in geschlossenen, + E in ausfahrenden) sich darstelle auch der vegetabilische und animalische Stoff nur unter diesen erscheinen. Ja, es sey wahrscheinlich, daſs auch die Zeugungstheorie, das Grundproblem aller Naturkunde viel einfacher dadurch erklärt werden könne, daſs bei der Zeugung eben so wie im galvanischen Processe, der flüssige Grundstoff des künftigen

*) Gilbert Annal. VIII Bd. 3 St.

Thieres im Eie zwischen zwei entgegengesetzten Stoffen, dem Eiweifs und dem Eidotter, liege, dafs eben so nachher in diesem Keime der neue galvanische Gegensatz sich bilde und dafs eben so, wie im galvanischen Processe die Gegenwart des Sauerstoffs nöthig ist. „Wenn der Galvanismus, sagt Hr. v. A. ferner, die thierischen Stoffe fest macht, ist er es auch, der ihr specifisches Gewicht bestimmt? Ist er es, der den thierischen ganz von vegetabilischen Stoffen sich nährenden Körper über das Gewicht des Wassers bringt, während diese darunter bleiben, und werden etwa darum thierische Stoffe einige Zeit nach dem Tode leichter als Wasser, weil mit dem allgemeinen Uebergange zur Gleichartigkeit in der Fäulung dieser innere Galvanismus und die dadurch hervorgebrachte Contraction sich aufheben?"

Medicinische Anwendung der galvaschen Electricität.

Der mit dem chemischen Processe identische Galvanismus ist, wie aus den Beweisen der Naturphilosophie erhellt, diejenige höhere Influenz, wodurch die Erregbarkeit in Thätigkeit gesetzt wird, und dieser be-

ruht auf Triplicität. Es findet daher höchst wahrscheinlich eine grofse Analogie zwischen dem innern Agens erregbarer Körper und der electrischen Thätigkeit auf einander einwirkender Körper statt, so dafs bei unmittelbarer Communication wirksamer Kettenverbindungen mit organischen Theilen eine Vermehrung in der Thätigkeit der Erregbarkeit statt finden mufs, indem die lebhaftere galvanische Action wirksamer Excitatoren sich auch unsern Organen selbst mittheilt. Dies ist der Grund warum man sich von ihr einen heilsamen Effect in denjenigen Fällen versprechen konnte, wo die Receptivität der organischen Thätigkeit krankhaft vermindert ist, welches sich durch Unwirksamkeit in ihren Aeufserungen, der Sensibilität, Irritabilität und Productionskraft, zu erkennen giebt. Im Allgemeinen ist also die galvanische Electricität ein Reiz für die organische Thätigkeit, der der Grundursach derselben analoger, folglich eindringender und in vielen Fallen vielleicht andern Reizen weit vorzuziehen seyn mufs. Seine eindringenderen Eigenschaften zeigen sich in der Erfahrung, und von seiner Vorzüglichkeit vor andern Reizen lassen sich zum Theil schon jetzt viele Beweise aufstellen, deren Zahl sich jedoch bei näherer und vollkommener Kenntnifs des Mittels selbst und der

Fälle, welche seine Anwendung erfodern, vermehren wird. Nicht lange nach Entdekkung des sogenannten einfachen Galvanismus suchten schon mehrere Aerzte aus demselben für die practische Heilkunst Nutzen zu ziehen. Die Hrn. Creve, Klein, Sömmering und Behrends *) überzeugten sich durch Versuche, dafs man damit im Stande sey, bei asphyctischen und leblosscheinenden Thieren Zuckungen hervorzubringen, ja sogar das Leben wieder hervorzurufen; Sie empfahlen ihn daher zum allgemeinen Gebrauch sowohl als Prüfungsmittel, um sich von dem Daseyn des wahren Todes zu überzeugen, als auch zur wirksamsten Wiederbelebung und Rettung scheintodter Personen. Aber in ersterer sowohl als letzterer Hinsicht konnte man ihn unmöglich als untrügliches Mittel gelten lassen, wenn er nur in einigen Fällen seine Wirkung verfehlte; und solche Fälle ereigneten sich nicht selten. Valli **) konnte durch die verstärkte Electricität (einer kleistischen Flasche) in den abgetrennten Gliedmafsen von Fröschen noch Zusammenziehungen hervorlocken, wenn der Metallreiz aller Art nicht mehr wirkte.

*) s. oben S. 24-26.

**) s. oben S. 19 Anm.

Eben dies sahe Pfaff *); und Himly **) bewies, dafs der einfache Metallreiz sogar in Fällen unwirksam bleibt, wo selbst mechanische Reize noch Leben erwiesen. Eben dies ward an dem Kopfe eines zu Braunschweig enthaupteten Missethäters bemerkt ***).

Zu der Hoffnung, den einfachen Galvanismus als Wiederbelebungsmittel anzuwenden, berechtigten Valli's Versuche an zwei ersäuften Hühnern, die er durch blofses Galvanisiren rettete, da hingegen bei mehreren andern Thieren der Metallreiz blos lebhafte Bewegungen in den Gliedmafsen erregte. Dr. Anscheln glückte eben dadurch die Wiederbelebung von Fröschen, die nach einem längern Aufenthalt in inflammabler Luft alle Lebenszeichen verlohren hatten ****). Die Hrn. Hufeland †) und Reil ††) äufserten die Hoffnung, es werde dies Mittel in der Therapie und besonders bei paralyti-

*) ob. S. 28.

**) Commentatio, mortis historiam, causas et signa sistens. Götting. 1794 §. 74. 75.

***) Journal der Erfindung St. 21. S. 126.

****) s. dess. Thanatologia. Götting. 1795 S. 19.

†) s. dess. und Prof. Göttlings Aufklärung der Arzneiwissensch. Jena 1793 1. Bd. St. 2. S. 184.

††) s. Grens Journal der Physik 1793 VI Bd. S. 414.

schen Krankheiten von Nutzen seyn. Pfaff (a. a. O. S. 396.) empfahl beim grauen Staare um sich zu überzeugen, daſs derselbe nicht mit Amaurosis complicirt sey, die innere Fläche der Wangen auf der einen Seite mit Zink und auf der andern Seite mit Silber zu armiren. von Humboldt erwies durch Versuche am eignen Körper, daſs die Metallarmatur als wirksames Derivans und daher vorzüglich bei rheumatischen Uebeln benutzt werden müsse *). Doch konnte man sich allerdings von der Einwirkung einer einfachen galvanischen Kette keinen so guten Erfolg versprechen, als von der ungleich kräftigern gröſserer Electrisirmaschinen. Ich selbst wandte 1798 die einfachen Metallplatten nach Pfaffs erwähnter Anweisung in zwei Fällen von Amaurosis an, um vielleicht dadurch einige Besserung zu bewirken, aber ohne Effect. Glücklicher war Dr. Richter in Hannover, der im Frühjahre 1800 die einfache galvanische Kette mit Nutzen bei dem schwarzen Staare brauchte **). Eben dies geschahe in Stockholm vom Assessor Gahn und Dr. Wenner und a. a. Orten,

*) über die gereizte Muskel und Nervenfaser 2. Bd. S. 22.

**) s. Bischoff comm. cit. pag. 21 und Loders Journal der Chir. 3. Bd. 3. St.

jedoch ohne Erfolg. Zu Ende des Jahres 1800 und Anfange des Jahres 1801 wurden in Jena unter der Direction des Hrn. Geh. Hofr. und Prof. Loder vom Dr. Lichtenstein, Versuche an Gelähmten und Staarblinden angestellt, welche in der Folge von Dr. Bischof zum Theil mit glücklichem Erfolge fortgesetzt wurden *).

Allem diesem zu Folge ist es keinesweges richtig und verräth es Unbekanntschaft mit dem zuvor geschehenen, wenn Hr. Dr. Grapengiefser behauptet, sein Versuch mit der Anwendung der Metallplatten bei einer Heiserkeit sey der erste, in der ernsthaften Absicht eine Krankheit damit zu heben, angestellt gewesen **).

Nach dem Bekanntwerden des voltaischen Electromotors ward derselbe von Mehreren zugleich, vorzüglich zu Stockholm ***),

*) Ebend.

**) Ich erwähnte dieses Versuchs in meiner Schrift vom Galvanismus mit den Worten: Hr. Gr. habe mit dem Galvanismus eine 10jährige Aphonie in 24 Stunden gehoben, die Patientin sey jedoch nachher wieder heiser geworden, — und kann mich noch jetzt nicht überzeugen, worin das Unwahre dieser Aeufserung bestehe. Die weitläuftigere (wiewohl eben nicht genaue und hinlänglich bestimmte) Mittheilung desselben hat Hr. Gr. selbst geliefert und ich konnte und wollte ihm darin nicht vorgreifen.

***) Mir ertheilten Privatnachrichten von Dr. Rossi zu Folge von den Herren Gahn und Wenner.

Paris *), Jena **) und hier zur Heilung der Krankheiten benutzt.

Die Erfahrungen hierüber werden am besten als Belege der Wirksamkeit der galvanischen Electricität in denjenigen Krankheiten angeführt werden, in welchen man sie als Hülfsmittel anzuwenden Ursache hat.

Die Wirkungen der galvanischen Electricität auf den menschlichen Körper im Allgemeinen habe ich bereits erklärt; es kömmt daher darauf an, in welchen Krankheiten des Organismus man diesen Bestimmungen zufolge gute Wirkungen von derselben erwarten darf, und in wie fern diese Erwartungen durch Erfahrungen bestätigt werden oder nicht. Der letztern haben wir zwar jetzt mehrere, als ich in meiner Schrift vom Galvanismus und dessen medicinischer Anwendung benutzen konnte. Es wäre aber zu wünschen, daſs dieselben zum Theil mit gröſserer Genauigkeit angestellt und mit vollkommener Aufrichtigkeit erzählt worden wären, anstatt den Erfolg ihrer galvanischen Operationen entweder geflissentlich zu übertreiben ***), oder aus Irrthum manche Um-

*) von Halle s. Bulletin des sciences de la societé philomatique no. 52. an 9. pag. 31.

**) s. Loders Journ. a. a. O.

***) So z. B. gab Hr. Dr. Martens öffentlich

stände für Beweise grofser Wirkungen der galvanischen Electricität zu halten, die es nicht waren *).

eine taube Frauensperson, die er 3 Wochen lang mit der galvanischen Electricität behandelte, als völlig geheilt an, wurde aber durch die schriftliche Aussage des Bruders dieser Person in öffentlichen Zeitungen widerlegt, welcher versicherte, dafs seine Schwester jetzt nicht um ein Haar besser höre als zuvor. (Berl. Zeitungen von Haude und Spener no. 101. 1802.) Ein solches Verfahren, welches offenbar Täuschung des Publikums bezweckt, verdient um so mehr Rüge, da Hr. Martens (Paradoxien 2. Bd. 1. Heft) mit der Miene eines Kunstrichters auftritt und vom Dreifufs herab über die Schriften und Beobachtungen anderer aburtheilt! Dafs es Hrn. Martens nicht viel Ueberwindnng kostet, dem Publikum ein qui pro quo zu machen, hat er durch sein neuestes Jahrbuch der Geburtshülfe bewiesen (m. s. die Recension dieser Schrift in der Jenaer Allg. Litt. Zeitg.)

*) Hr. Dr. Grapengiefser erzählt (S. 228.) als einen wichtigen Beweis für das wieder zunehmende Gehör des jungen von Schöning die Aeufserung des Knaben bei dem Geräusch eines Spiels Karten, welches entsteht, wenn man es krumm biegt nnd in seine Lage zurückschnellt. Hätte er sich aber näher von der Sache überzeugen wollen, so würde er gefunden haben, dafs jeder Taubstumme sich dabei eben so benimmt, weil die dadurch bewegte Luft auf seine Empfindung wirkt. Er hat also den merkwürdigen Unterschied zwischen Empfinden und Hören ganz übersehen, den Hr Prof. Eschke (in seiner Schrift über Stumme Abschn. 4. S. 48-55 und an verschiedenen Orten seiner von Arnemann herausgegebenen kleinen Beobachtungen über Taubstumme) sehr schön bemerkt hat. Eben hieraus erklärt sich die Empfindung, welche der kleine Taubstumme von dem Rollen des Wagens hatte, wovon Hr Eschke (in seinen fragmentarischen Bemerkungen über das Gehör in Arnemanns Magazin f. d. W. A. W. Bd. 2. St. 3.

Eine behutsame Anwendung der galvanischen Electricität stiftete in keinem Falle Schaden, und man kann sich von ihr, wiewohl nie mit völliger Gewifsheit, wo sie indicirt ist, Nutzen versprechen. Die übertriebenen Gerüchte, welche man anfangs, wie es schien, geflissentlich von ihren Wunderkräften ausbreitete, haben sich keineswegcs bestätigt, vielmehr zeigt die Erfahrung dafs bis jetzt noch die mehresten Fälle, in

S. 376-379) mehrere Beispiele mittheilt. Ueberhaupt ist es ein Widerspruch, wenn nach Hrn. Gr. S. 224 der junge von Schöning auf einem Ohre ganz vollkommen hören und das Gesagte von Wort zu Wort bis auf einige Consonanten wiederholen soll; denn wenn er ganz vollkommen hörte, so müfste er alle Consonanten nachsprechen können, da in seinen Sprachorganen kein Fehler liegt. Auch sprach er schon alle Consonanten, als er noch bei Hrn. Prof. Eschke war. Dafs er es nachher nicht mehr konnte, ward blos durch die lange dem Galvanisiren gewidmete Zeitpause verursacht. Nach der am 25sten Junius 1801 geschehenen mündlichen Aussage des Landrathes Freiherrn von Schöning war das Galvanisiren bei seinem Sohne ganz ohne Nutzen. — Eben dies war bei der Augustine Carln der Fall, von der Hr. Gr. S. 234-35 behauptet, ihr Gehör sey durch den Galvanismus fast ganz wieder hergestellt. Ganz erdichtet ist diese Behauptung, wie dies Mädchen selbst und ihre Mutter, (welche nichts weniger als gegen Hrn. Gr. eingenommen ist, da er sie von einer andern Krankheit heilte) gegen jedermann versichern. Und warum erzählte Hr. Gr. nicht auch die Fälle von gänzlich vergeblicher Anwendung des Galvanismus bei Taubstummen, wie z. B. bei dem hieselbst vom Hrn. Prof. Eschke unterrichteten taubstummen Krüger aus Frankfurt a. d. O.?

denen man sie anzuwenden Ursache hat, dadurch ungeheilt blieben, in einigen aber der Erfolg theils auffallend glücklich, theils nur palliativ heilsam sey *).

Schädlich ist die Anwendung der galvanischen Electricität nur bei unzweckmäfsiger oder übermäfsig heftiger Anwendung. Von folgenden Beispielen dieser Art habe ich mich von den beiden ersten selbst überzeugt und das dritte sahe und erzählte mir der Hr. Geheime Rath Heim hieselbst, dessen grofse Talente und Verdienste ich innigst verehre. — Ein mit immerwährender Bewegung und grofser Empfindlichkeit der untern Extremitäten behafteter Mann, den ich bereits in meiner Abhandlung vom Galvanismus u. s. w. S. 58 erwähnte, der hiesige Hofrath Krüger, bekam nach unzweckmäfsiger Application eines Electromotors von 50 Lagen auf wunde Stellen heftige Schmerzen, die Convulsionen verursachten und viele Tage nachher anhielten. — Ein anderer, Hr. Kaufmann

*) Hiemit stimmen die mehresten Beobachtungen anderer Physiker und Aerzte überein. Prof. Weber (der Galvanismus eine Zeitschr. III Heft S. 131) sagt: „Beinahe in allen Fällen sey der Galvanismus auf direct geschwächte Organe wirksam, so dafs sich der Patient auf der Stelle erleichtert fühle, die Erleichterung sey aber meistens vorübergehend. Völlige Heilung stelle sich zuweilen und auf eine auffallende Weise ein, sey aber in wenigen Fällen von Dauer.“

Ramin hieselbst, ward in Hrn. Dr. Grapengiefsers Wohnung von einem jungen Wundarzt wegen Harthörigkeit galvanisirt und bekam nach unüberlegter Anwendung eines zu starken Electromotors heftigen Schwindel, Taubheit und eine gänzliche Schwere der Zunge, welche ihn lange am Sprechen hinderte. — Eine Dame, die vor mehrern Jahren an epileptischen Zufällen gelitten hatte, seit langer Zeit aber davon gänzlich befreit gewesen ist, bekam, als sie sich aus blofser Neugierde mit einem starken Electromotor in schliefsende Verbindung setzte, augenblicklich ihre Zufälle mit der gröfsten Heftigkeit wieder. Noch andere Fälle von fast geheilten Lähmungen, die nach zu heftiger Anwendung des Galvanismus wiederkehrten u. a. m. sind mir von mehreren Aerzten mitgetheilt worden.

Um diese Nachtheile zu vermeiden, ist es hauptsächlich nöthig, sowohl die Wirkungsart des Electromotors, als die Symptome der Krankheit, denen man jene entgegensetzen will, genau zu kennen und zu untersuchen. Im Allgemeinen werden indessen folgende Vorschriften und Kurregeln vorzügliche Aufmerksamkeit verdienen.

1) In Rücksicht der Construction eines wirksamen Electromotors. Ein

horizontal liegender, wie Fig. 2. und 3. ist wegen gröſserer Bequemlichkeit und gleichmäſsiger Wirkung den perpendiculär aufgeschichteten vorzuziehn. — Die Lagen der Metallplatten müssen aufeinander gekittet seyn, so daſs immer eine Platte aus einer Zink- und einer Silberplatte besteht. Dies erspart sehr viele Mühe und verhindert das Eindringen der angewandten Feuchtigkeit zwischen die einzelnen Platten. — Die Platten müssen bei jeder neuen Construction rein und auf ihrer Oberfläche unverkalkt angewandt werden. Zwar ist das Reinigen höchst unbequem. Es kann aber durch die oben (S. 81.) angegebenen Mittel erleichtert werden. Die Kupferplatten lassen sich immer mit Essig am besten abschauern. Zur Reinigung der Zinkplatten bedient man sich mit Nutzen einer verdünnten Schwefelsäure, und zwar zu 100 Platten einer Mischung aus 1½, 2 bis 3 Loth Vitriolöl und 1½ bis 2 Pfund Wasser, in der man die Platten umherrührt, sie dann abwäscht und trocknet. — Zu den feuchten Leitern ist oben feines Tuch von ächter oder weiſser Farbe empfohlen. Prof. Weber versichert, daſs feine Charten vor allen andern feuchten

Zwi-

Zwischenlagen zu empfehlen sind *). Sie dauern länger, als man es sich vorstellen sollte, und wird auch der Leim, der die gemalten Papierblätter zusammenhält, durch die Befeuchtung aufgelöſst, so dient doch jedes derselben, so dünn es auch als einfaches Papier ist, besser als Tuch. — Zur Anfeuchtung der Leiter dienen bekanntlich die Salzauflösungen und verdünnten Säuren. Auflösung von Küchensalz scheint langsamer, Auflösung von Salmiak aber kräftiger zu wirken. In Voigts Magazin (4. Bd. 1. St.) wird eine Mischung aus Rindsgalle, Lackmustinctur und Salzauflösung empfohlen. Dr. Oersted fand bei vielfältigen Versuchen folgende Proportion derselben am wirksamsten: Salz 1 Unze, frische Rindsgalle 1 Unze, Wasser 4 Unzen und Lackmustinctur 1 Quentchen, (s. Martens Parad. 2r Band 2. H.) Hr. Sprenger beobachtet folgendes Verfahren, um seine Tuchscheiben immer gleichwirkend zu machen. Sie werden mehrere Male durch Waschen mit heiſsem Wasser wohl gereinigt, dann getrocknet in kochend Wasser gelegt, worin vorher 4 Unzen Kochsalz fast gänzlich aufgelöſst sind, nach

*) Der Galvanismus, eine Zeitschr. 3. H. S. 139.

10 Stunden herausgenommen und so ausgedrückt, daſs der Rest des Salzwassers drittehalb Unzen wiegt. Wenn etwas unaufgelöſst an dem Kasimir hängt, so hindert dies die Wirkung nicht; denn man kann durch bloſses Bestreuen mit Kochsalz ihre Wirksamkeit bei einem lange gestandenen Electromotor vermehren *). — Die Platten werden in dem Gestelle so gelegt, daſs immer zwischen 8 bis 10 Lagen eine Leitungsscheibe von Blech (s. Fig. 3. a. b.) hervorsteht, an welcher Dräthe befestigt werden können. — Dräthe sind den aus zusammengesetzten Gliedern bestehenden Ketten vorzuziehen, weil sie mehr ein ununterbrochenes Ganze bilden, also die Wirkung gleichmäſsiger fortzuführen. Die an den Enden der Leitungsdräthe befestigten Conductoren (g g) sind mit Glas überzogen oder stark lackirt, damit nicht die Wirkung des Electromotors in die Hände des operirenden übergeht, ehe sie den Patienten berührt. Sie sind fast allein hinreichend, als die schicklichsten Leiter der galvanischen Thätigkeit an jeden Theil des Körpers zu dienen und machen im Grunde alle andere

*) Wolke a. a. O.

weitläuftige und künstliche Bandagen, Maschinen u. dgl. ganz überflüssig. — Uebrigens ist das sorgsame Isoliren des Electromotors zur vollkommenen Wirksamkeit desselben keinesweges nöthig.

2) Um den Electromotor so lange als möglich fortdauernd und gleichförmig wirksam zu erhalten, ist folgendes zu beobachten: die leitenden Papier-, Tuch- oder Pappscheiben müssen feucht erhalten werden, indem man, wenn sie ausgetrocknet sind, durch eine kleine Spritze neue Salzauflösung hinein bringt. Eben dadurch kann die aus ihnen herausgedrückte und herablaufende Flüssigkeit hinweggenommen werden. Stockt demungeachtet die Wirkung der Saule, so kann man sie durch Schütteln der Dräthe etwas befördern. Auch das Abwechseln in der Application eines Poles mit der eines andern, bringt oft die Wirkung wieder hervor, vorzüglich aber das Versetzen einiger Platten. — Sind die Metallplatten völlig verkalkt, so hört die Wirkung auf; daher beruht der Grad der mehreren oder mindern Heftigkeit in der Wirkung des Electromotors nicht allein auf die Zahl der ihn constituirenden Platten, sondern auch vorzüglich auf ihre gröſsere oder ge-

ringere Reinigkeit, auf die gehörige Befeuchtung und auf die mehr oder minder vollkommene Auflösung des angewandten Salzes. Durch mehrere Ableitungen läfst sich die Wirksamkeit eines Electromotors nicht vermindern. Man kann 4 und mehrere Personen an einen Electromotor setzen und alle haben dieselbe Empfindung davon als ein einzelner *). Will man aber den Patienten genau beobachten, so ist es freilich besser, nur einen Patienten auf einmal mit dem Electromotor in Verbindung zu bringen.

3) In Rücksicht der Anwendung des Electromotors auf den menschlichen Körper verdienen die bereits angegebenen allgemeinen Wirkungen vorzüglich berücksichtigt zu werden. Die Heftigkeit derselben richtet sich theils nach den angegebenen Bedingungen der Construction des Electromotors, theils nach der Applicationsmethode, theils nach der Constitution des Subjects und den auf seine Erregbarkeit einwirkenden Umständen. So ist z. B. der Stofs stärker, wenn man die beiden Dräthe, deren Enden mit dem Kör-

*) s. die Versuche des Herrn Dr. Kober im Reichsanz. no. 90. 1. April 1801.

per verbunden sind, durch ein Stück Silber in Verbindung setzt, wiewohl dergleichen heftige Erschütterungen nichts weniger als heilsam sind. — Um die Grade der Wirkung des Electromotors bestimmen zu können, wäre freilich ein Galvanismometer das nothwendigste Erfordernifs Indessen wird man sich mit dem dem bennetschen Electrometer ähnlichen Instrumente, welches in dem leipziger physikalischen Magazine feil ist *), schon ziemlich helfen können. Natürlich ist die mehrere oder mindere Reizbarkeit der zu galvanisirenden Subjekte unter einander sowohl als selbst einzelner zu verschiedenen Zeiten verschieden. So z. B. ist die Wirkung bei heiterm, trocknem, warmem Wetter am stärksten, wozu auch die gröfsere Wirksamkeit des Electromotors bei dieser Witterung beiträgt. Bei Ost- und Nordwind sind die Empfindungen stärker als bei der entgegengesetzten. Ein Mittel zur Verstärkung der Reizbarkeit und Receptivität des Organismus gegen die galvanische Electricität ist reines Alcali vor dem Galvanisiren zu 10 Gran innerlich genommen **). — Jede allge-

*) Geigers angef. Schr. S. 68.

**) s. Bischof l. c. Loder Journ. 3. Bd. 3. St. S. 495.

meine Einwirkung des Galvanismus ist gewöhnlich verbunden mit einer örtlichen und jede örtliche Application bringt auch mehrentheils allgemeine Veränderungen im Organismus hervor. Dies folgt nicht allein aus der richtigen physiologischen Ansicht des Oganismus, sondern auch aus der Erfahrung. Jede Applicatiou der galvanischen Electricität bewirkt bei einigen schwachsichtigen Personen temporell gröfsere Helle und Stärke der Augen. Manche bekommen von ganz örtlicher Application Diarrhöe, Kopfschmerzen, Schwindel u. s. w.

Demnach ist a) fast jede örtliche Application zugleich von allgemeiner Wirkung und b) in Krankheiten des gesammten Organismus (sogenannten allgemeinen) von der galvanischen Electricität Hülfe zu erwarten, welches Hr. Grapengiefser ohne Grund leugnet. — Der anzuwendende Grad der galvanischen Electricität sey mäfsig. Nur dieser gemilderten Anwendung schreibt Dr. Helwag *) den fast immer glücklichen Erfolg seiner Versuche zu, die er meistens nur etwa 10, selten über 20 Minuten dauern liefs. Man werde daher nicht ungeduldig

*) s. dess. Erfahrungen üb. d. Heilkräfte des Galvanismus §. 5.

und lasse sich nicht gleich nach den ersten Versuchen verleiten, den Grad beträchtlich zu vermehren. Denn gewöhnlich werden die Patienten sogar täglich empfindlicher gegen diesen Reiz, so daſs man ihn mindern muſs. Eben so wenig lasse man sich durch den selbst mehrere Wochen lang ausbleibenden Erfolg abschrecken, da es Beispiele genug von späterer Wirkung des Mittels giebt. Täglich, auch wenns angeht, mehrere male die Operation zu wiederhohlen, ist nothwendig. Vorzüglich sind die Nervenwurzeln und Verbindungen zu galvanisiren, bei Lähmungen aber auch die verletzten Muskeln, und zwar jederzeit mit Rücksicht auf die oben (S. 130-140) angegebene Verschiedenheit der Pole des Electromotors und des Hirn- und Organendes am Nerven, überhaupt aber vorzüglich auf die Krankheitsform, in welcher und die Absicht aus welcher man den Galvanismus anwenden will. — Die Verschiedenheit der Heilkräfte der durch Reibung erzeugten und der galvanischen Electricität, die wie oben (S. 173 flg.) erwiesen, in der Art ihrer Erzeugung im Electromotor beruht, bestimmt Prof. Weber *) sehr richtig nach den bisherigen Erfahrungen dahin, daſs das galvani-

*) Der Galvanismus, eine Zeitschrift, 3. St. S. 323.

sche Agens auf die edlern Organe heilsamer als das electrische und meistens plötzlicher zu wirken, bei minder edlen Organen, z. B. Armen, Füſsen u. s. w. in Hinsicht auf Heilsamkeit vor dieser nichts oder nicht viel voraus zu haben scheine *).

Soll man den Patienten in beständig geschlossener Verbindung mit dem Electromotor erhalten oder diese Verbindung durch öfteres und wiederholtes Abnehmen und Anlegen der Conductoren fortdauernd unterbrechen und wieder herstellen? Gründen und Erfahrung zufolge ist die letztere Methode vorzüglicher; denn es ist ganz gewiſs, daſs der Electromotor oft auf einige Augenblicke stockt, dann gleichsam mit erneuerter Kraft wieder zu wirken anfängt, hierauf noch länger stockt u. s. w., daſs seine Erschütterungen höchst ungleich ausfallen und daſs hiebei überhaupt keine regelmäſsige, gleichförmige Wirkung statt findet. Daher ist die Application der galvanischen Electricität durch die angebrachten Bandagen und beide am Körper des Patienten befestigten Conductoren den Patienten schmerzhaft und unangenehm, weil davon zuweilen, wenn sich viel Ele-

*) vgl. System der med. Electricitätslehre mit Rücksicht auf den Galvanismus von Dr. Chr. Aug. Struve Arzt zu Görlitz. Bresl. 1802. 8.

ctricität im Electromotor angesammelt hat, eine heftige Entladung und Erschütterung erfolgt, die gegen die vorhetgegangenen geringen sehr unangenehm ist, auch gewiſs durch ihre Heftigkeit einen zu heftigen lähmenden Reiz hervorbringt, der vielleicht diejenige gute Wirkungen des Electrisirens hebt, welche die vorherige weniger heftige Einwirkung des Electromotors bereits hervorbrachte. Das in gleichmäſsigen Zeiträumen wiederhohlte Schlieſsen und Oeffnen der Verbindung hingegen ist weniger schmerzhaft und von gleichmäſsigerer Wirkung. In allen Fällen, wo ich guten Erfolg vom Galvanisiren bemerkte, in denen von Hrn. Sprenger mit so glücklichem Erfolg angestellten und durch gültige Zeugnisse bewährten Versuchen, und in Hrn. Prof. Schaub's ebenfalls gelungenen Versuchen, war dieses die angewandte Methode. Ich verwerfe daher jetzt die Kopfbandagen und alle Befestigungsmittel beider Conductoren, und halte es fürs beste, den einen Conductor und zwar den von der Kupferseite an den Kranken zu befestigen und den andern (den von der Zinkseite) auf die eigentlich geschwächte Stelle in gleichmäſsigen Pausen zu bringen. Diese Stelle muſs dann bekanntlich wohl (am besten mit einer Salzauflö-

sung) angefeuchtet, oder ein mit derselben durchnäſster Schwamm daraufgebunden seyn. Je stärker dieser befeuchtet ist, desto gleichförmiger und leichter wird das galvanische Agens übergehen. Durch seinen eigenen Körper in den des Patienten die galvanische Electricität zu leiten, würde ich dem Operateur nicht anrathen; da dieser für den gesunden Zustand offenbar zu starke Reiz die nachtheiligsten Folgen für ihn selbst haben könnte, nicht zu gedenken, daſs hiebei ein groſser Theil der übergehenden Electricität verlohren gehen muſs. Deshalb muſs man die Conductoren entweder mit ganz trocknen Händen fassen, oder sie durch Ueberzug von Glas oder Lack isoliren.

Diejenigen, sowohl allgemeinen Krankheiten als örtlichen Zufälle des Organismus in denen sich die galvanische Electricität hülfreich bewiesen hat und in denen man sich davon etwas versprechen kann, sind insgesammt asthenischer Art und beruhen auf einer Disproportion beider Factoren der Erregbarkeit, der Receptivität und der Energie bei denen also die Reproduction (in schellingscher Bedeutung) leidet. Ein solcher asthenischer Zustand ist als Product der zuvor auf den Organismus wirkenden inciti-

renden Potenzen und Krankheitsursachen, entweder direct, indirect oder gemischt. Die directe oder eigentliche Schwäche entsteht aus geradezu schwächenden Ursachen, wodurch dem Organismus die der Gesundheit gemäſse Reizung entzogen wird. Der indirecten Asthenie ist gewöhnlich ein gewisser Grad der Hypersthenie zuvor gegangen; sie entsteht durch übermäſsige Reize, Die gemischte Schwäche ist Effect beider Krankheitsursachen. Sie geht aber eben sowohl als die indirecte Schwäche in directe über, wenn die Energie des Organismus fortdauernd leidet und die Receptivität sich anhäuft. Daher ist in den meisten Fällen asthenischer Krankheiten directe Schwäche vorhanden *), der die anzuwendende galvanische

*) Hr. Dr. Grapengieſser definirt directe Asthenie als Schwäche mit erhöhter Reizbarkeit und tadelt mich, daſs ich bei der directen Asthenie den Galvanismus vorsichtig anzuwenden empfehle. Er beweiſst aber durch seinen Ausspruch nichts als Unbekanntschaft mit den Grundsätzen der Erregungstheorie, der zufolge directe Asthenie und Schwäche mit erhöhter Reizbarkeit nichts weniger als identische Begriffe sind. Er urtheilt also hier wie der Blinde von der Farbe. Möchte Hr. G. sich daher richtigere Kenntniſs der Erregungstheorie verschaffen, so würde er einsehen, daſs er selbst ohne es zu wissen, in Fällen von directer Asthenie (z. B. S. 106 seiner Schrift gegen Amaurosis von Samenverschwendung und langanhaltenden Krankheiten) die Anwendung der galvanischen Electricität empfiehlt. Bei sehr erhöhter Sen-

Electricität im adäquaten Grade der Heftigkeit entgegengesetzt werden muſs. Hieraus folgt die Nothwendigkeit einer Anfangs gelinden, nachher steigenden Stärke derselben. Daſs übrigens organische Fehler und Zerstörungen, da wo sie Ursache der Schwäche sind, vorher gehoben werden müssen, versteht sich von selbst; wo sie hingegen Effect derselben sind, wie z. B. bei Verstopfungen in den feinern Gefäſsen der Drüsen u. dgl.; da muſs die Wirkung mit der Ursache weichen.

Eine solche Anwendung der galvanischen Electricität kann man nun in folgenden Krankheiten mit Grunde empfehlen.

sibilität ist dieser Reiz allerdings noch zu stark. Es ist mir nie eingefallen, nach der brownischen Erregungstafel (?!) wie Hr. Grapengieſser sie nennt, die galvanische Electricität bei derjenigen Amaurosis zu empfehlen, welche mit übermäſsiger Empfindlichkeit verbunden ist. Hier müssen die geringern Reizmittel, z. B. das Opium, Narcotica u. dgl. vorangehen, um die Empfindlichkeit, vielleicht auch die Krankheit, zu heben. Bei directer Asthenie mit weniger Sensibilität hingegen, z. B. bei gewissen Nervenkrankheiten kann man sehr wohl die Anwendung derselben wagen, und die von Hrn. Gr. zum Beweise des Gegentheils angeführten Beispiele erweisen nur, daſs in diesen Fällen die Electricität entweder nicht indicirt war oder falsch angewandt wurde. Ich selbst habe bei gehöriger Vorsicht die galvanische Electricität bei mehreren nervenschwachen Personen ohne Schaden angewandt.

A. Allgemeine Krankheiten.

1) Beim Scheintode, sowohl als Hülfsmittel zur Wiederbelebung als auch als Prüfungsmittel des wahren oder nur anscheinenden Todes. In beiderlei Absicht empfahl sie zuerst Prof. Creve 1793 in der angeführten Schrift von Dr. Klein und nachher in seinem gröſsern Werk vom Metallreiz. Er rieth, die Schulter oder den Schenkel solcher leblosen Personen von der Haut zu entblöſsen, den Musculus biceps bracchii, den gastrocnemius oder den pectoralis major, vom Blute gereinigt mit 2 Metallen, vorzüglich Zink und Silber armiren. Die Basis des dichtern Metalls müſste ungefähr fünfmal breiter seyn als des andern und ihre Spitzen bogenförmig vereinigt werden. Sömmering schlug bei scheintodten Menschen den nervus phrenicus als den schicklichsten Ort zur Anwendung des Metallreizes vor. Valli und Anschel stellten glückliche Versuche mit der Belebung von Thieren durch die Einwirkung eines einzelnen Metallpaares an. Pfaff und Himly verwarfen Creve's Vorschlag ganz; allein ihre Gründe treffen nur den höchst schwachen Galvanismus einzelner Plattenpaare. Vom

Electromotor läſst sich allerdings hierin ungleich mehr erwarten. Von Thieren, vorzüglich Mäusen und Vögeln, die unter der Campane der Luftpumpe oder in mephitischen Gasarten zu einem hohen Grade der Leblosigkeit gebracht waren, gelang es mir, einige durch die Einwirkung eines nicht starken Electromotors von der Mundöffnung zum Anus wieder zu beleben. An erst verblichenen Menschen wurden, wie Dr. Heidmann versichert *), im allgemeinen Krankenhause zu Wien Versuche mit der galvanischen Electricität angestelt, welche dieselbe als Belebungs- und Prüfungsmittel völlig bewährten. Auſserdem dienen die vom Hrn. Dr. Heidmann angestellten fernern Versuche zur Begründung folgender Beweise für die Anwendbarkeit des Mittels. Die Reizbarkeit der Muskelfasern, auf deren Erweckung es ankömmt, hält nämlich keineswegs, wie man bisher glaubte, an den innern Theilen länger als an den äuſsern Theilen an, sondern erlöscht überall zu gleicher Zeit, wenn die Ursache des Todes bei zuvor gesundem Zustande aus äuſsern Gewaltthätigkeiten, z. B. durchs Verbluten,

*) s. Gilberts Ann. d. Phys. X. Bd. 1. St. und medicinisches Archiv v. Wien u. Oestreich, 4r Jahrg. 1802.

Ersäufen, Erdrosseln u. s. w. entstanden ist; wo aber innerliche Ursachen, als Krankheiten und organische Veränderungen durch chemische Einwirkungen (z. B. durch Erstickung in mephitischen Gasarten, narkotische Vergiftungen u. s. w., welche die organische Mischung oder die Lebenskräfte gleichsam unmitttelbar angreifen) den Tod herbeiführten, war die Reizbarkeit an den äufsern Theilen stets sogar länger als an den innern wahrzunehmen. In allen Fällen, wo durch die Wirkung eines Electromotors die Reizbarkeit der Muskelfaser nicht mehr in Thätigkeit gesetzt werden konnte, bewiesen sich Hrn. Heidmann auch alle übrigen Reize, von welcher Art sie immer seyn mochten, und selbst der verstärkte Funke einer Electrisirmaschine ganz unwirksam. Es würde daher wohl eine strafbare Nachlässigkeit seyn, bei den Belebungsversuchen verunglückter Menschen die Anwendung der galvanischen Electricität auf die äufsern Theile zu übergehen. Man scarificire entweder zwei kleine Stellen, befeuchte sie wohl, belege sie mit Metallplatten und bringe an jede derselben einen Conductor (fig. 1. gg.) der mit einem Pole des Electromotors durch einen Drath zusammenhängt. Oder

man halte die beiden Conductoren in die Nasenlöcher oder auf beiden Seiten des Mundes. Doch sehe man dahin, daſs nicht durch übermäſsige Einwirkung eines zu kräftigen Electromotors die noch vorhandene geringe Summe der Erregbarkeit extinguirt werde. Vorzüglich ist dies bei der Asphyxie neugeborner Kinder nöthig, denen man entweder im warmen Bade die Conductoren auf der Oberhaut appliciren oder dessen Händchen man in 2 Gefäſse mit Salzwasser mit den Conductoren in Verbindung setzen kann *). Vielleicht wäre die Leitung vom After zum Munde noch allgemeinwirkender.

2) Allgemeine Nervenkrankheiten. Daſs man bei diesen nicht mit zu heftiger Anwendung der galvanischen Electricität hineinstürmen dürfe, sondern auf den jedesmaligen Grad der Mobilität des Nervensystems und seiner Rückwirkung gegen äuſsere Reize, so wie auf die Art des Ursprungs der Krankheit von direct oder indirect schwächenden Potenzen Rücksicht nehmen müsse, bedarf hier für unterrichtete

*) vgl. Froriep diss. de methode neonatis asphycticis succurendi. Jen. 1801.

tete Aerzte keiner Erinnerung. Daſs man aber ihre Anwendung bei diesen Krankheiten durchgängig verwerfen sollte, dagegen sprechen theoretische Gründe und Erfahrung. Eine auffallende Beobachtung dieser Art ist die der Hrn. Drn. Huber und Hagenbach in Basel *): Bei einem nervenschwachen Mädchen, welches nach dem innern Gebrauch von ½ Gran Belladonna Sprache und Gehör verlohren hatte, versuchte man das einfache Galvanisiren zuerst an beiden processibus mastoideis. Es brachte starkes Ziehen in den Muskeln, die Sprache aber nicht wieder hervor. Hierauf brachte man einen künstlichen Magnet und Opium an die Schläfe, welches heftige Zuckungen der daselbst gelegenen Muskeln, zugleich aber einen Hundskrampf veranlaſste, der bis zum andern Tage fortdauerte und den Mund gänzlich verschlossen hielt. Um diesen zu heben, ward nach 24stündiger Dauer desselben ein Versuch mit dem Electromotor angestellt. Man verband die Zinkseite mit der Stelle hinterm Ohre, wo der Antlitznerv hervortritt, und die Silberseite mit

*) mitgetheilt in der Salzb. medicinisch-chirurg. Zeitung 1. Bd. 1802. no. 14.

der durch den Trismus eingeklemmten Zungenspitze. Nach 5 Minuten trat die Zunge blitzschnell in die Mundhöhle zurück, der Mund öffnete sich und ergoſs einen Strom von Speichel. Hierdurch aufgemuntert begann man einen Versuch zur Wiederherstellung der Sprache. Mit der Zinkseite ward die linke Seite des Halses, wo der Stimmnerve herabläuft und mit der Silberseite der Kehlkopf berührt, nach wenig Secunden erfolgten Zuckungen in den Muskeln des Halses, die sich schnell über den ganzen Körper verbreiteten, Als man hierauf den Versuch dahin abänderte daſs man den Strom durch beide Ohren leitete, lieſsen die Zuckungen nach und die Kranke fiel in einen Schlaf, worin sie öfters lächelte und zu träumen schien, Nach 6 Minuten erwachte sie plötzlich und sprach nach 26 Tagen zum ersten male. Die Batterie ward mit 6 Lagen verstärkt und der Versuch durch beide Ohren $\frac{1}{4}$ Stunde wiederholt. Es entstanden starke Zuckungen, weshalb man die Säule um 3 Lagen verminderte. Hierauf lieſsen die Convulsionen nach und in 3 Minuten trat der Schlaf ein, der $\frac{3}{4}$ Stunden dauerte, und der sich auch nachmals bei mehreren Wiederholungen immer ein-

stellte. — Wurde die Silberseite ins Ohr und die Zinkseite an dem innern Theil des obern Augenhöhlenrandes beim Ausgange der Stimmnerven geleitet, so drehte sich der Augapfel aufwärts, dafs die Hornhaut sich unter die obere Augenhöhlenwand verbarg. Wurden nun schnell die Leiter auf die Ausgänge des zweiten und dritten Astes des fünften Paares angebracht, so begab sich der Augapfel eben so schnell in seine natürliche Richtung. Als man auf dem Wirbel die Haare im Umfange eines Thalers wegrasirt hatte, die Glatze mit concentrirtem Salzwasser wusch, einen mit der Zinkseite verbundenen Silberthaler darauf legte, und mit der Silberseite das Ohr berührte, erfolgten kleine, dem Fieberfrost ähnliche Erschütterungen; die Lippen und Wangen der Kranken wurden blafs, die natürliche Wärme gemildert und der Puls langsam. Geschahe die Berührung auf den Thaler mit einem kleinen Schlage, so erfolgte jedesmal schnell ein schüttelnder Frost, der anhaltend wurde, wenn man die Leiter in Zirkelbewegung auf dem Thaler herumführte. Bei einer plötzlichen Verstärkung der Säule auf 50 Lagen bekam die Kranke auf einmal ihr Gehör wieder.

Diese merkwürdige Beobachtung kann zum Beweise für die große Kraft des Galvanismus im Trismus und Tetanus dienen, zugleich aber auch die folgenden über die plötzliche Hemmung der epileptischen Anfälle durch denselben. Hrn. Prof. Marcus genauen Beobachtungen zufolge, hebt der Galvanismus die epileptischen Anfälle schnell, wenn man die beiden befeuchteten Hände des Patienten mit den Polen eines starkwirkenden Electromotors, z. B. mit 160 Lagen in Berührung bringt. Bei einer Patientin hatte der Krampf den linken Mundwinkel bis gegen das Ohr gezogen; sobald aber der Silberpol an die entgegesetzte rechte Seite, und der Zinkpol auf der linken, wo der Mundwinkel verzogen war, angesetzt ward, war der Mund in seiner Lage *). Aufser den Anfällen angewandt, machte die galvanische Electricität die epileptischen Paroxysmen seltener, wenn man damit den ganzen Rückgrad berührte. Eben dies beobachteten Bischof **) und Geiger ***).

3) Amenorrhöe von allgemeiner Schwäche

*) s. Marcus Magazin der Therapie 1. Bd. 2. St. S. 354.

**) a. a. O.

***) a. a. O. S. 56.

und Verstopfung der Gefäfse des Unterleibes ward sonst häufig mit glücklichem Erfolge durch die Electricität gehoben. Eben dies sahen von der galvanischen Electricität Dr. von Ramm *), Prof. Marcus bei einer mit dem Ischias behafteten Patientin und Dr. Helwag bei einer Person, der er die Füfse auf Eisenblech stellen liefs und dieses mit den Polen des Electromotors in Verbindung setzte. Mir sagten mehrere Personen, die sich an den Tagen ihrer Mensium der galvanischen Electricität aussetzten, dafs sich der Flufs derselben verstärke. Eben dies erfuhr Hr. von Ramm von dem Goldaderflufs eines Haemorrhoidarii. Daher könnte man in der mit Amenorrhöe verbundenen Chlorosis von dem Galvanisiren Nutzen erwarten, wie sich auch in einem vom Hofrath Marcus **) erzählten Falle gezeigt hat.

Aufser diesen allgemeinen Krankheiten hat sich Hrn. Marcus *) der Galvanismus auch in einem nervösen Kopfschmerz von directer Schwäche nach einem anhaltenden Fieber, und einigen Aerzten in Stockholm

*) Jenaer allg. Litt. Zeitg. Iniell. Bl. no. 93. v. 19. Jun. 1802.

**) a. a. O. S. 334.

***) a. a. O. S. 332.

(mir mitgetheilten Privatnachrichten zufolge) beim fothergillschen Gesichtsschmerz und der Hemicranie heilsam bewiesen. Vorgeschlagen hat man seinen Gebrauch in hartnäckigen asthenischen, vorzüglich intermittirenden Fiebern, selbst beim Typhus und zur Belebung der Cretins *). Doch müssen nothwendig in dieser, so wie allen übrigen Krankheiten anderweitige wirksame Mittel zugleich angewandt werden, um die Organe auf derjenigen Stufe der Sensibilität zu erhalten, auf welche sie der vorübergehende Effect der galvanischen Electricität erhöht, da der Rückschritt zur bloſsen Productivität sehr leicht ist.

B. Oertliche Krankheiten.

Unter diesen gehören vorzüglich die Lähmungen hieher, d. h. solche Krankheiten, in welchen die Sensibilität einzelner Organe zur bloſsen Productivität zurückgetreten ist, und die sowohl in edlern Organen als in mehr muskulösen Theilen durch direct und indirect schwächende Ursachen hervorgebracht werden kann. Hiernach muſs sich dann auch die stärkere oder schwächere

*) Salzb. med. chirurg. Zeitg. no. 56. 16. Jul. 1802.

Anwendung der galvanischen Electricität richten. Im Allgemeinen wird es jedoch am gerathensten seyn, auch hier mit der gelinden Anwendung den Anfang zu machen.

1) Bei der Hemiplegie und Lähmung einzelner Extremitäten habe ich selbst unter mehreren andern, wo das Galvanisiren nichts ausrichtete, zwei Fälle gesehen, in denen es gute Dienste leistete, wiewohl die Besserung in beiden auf einem gewissen Puncte stehen blieb, und nicht weiter zu gedeihen schien. Eine übrigens nervenschwache Frau von einigen 60 Jahren, welche auf Arm und Fuſs, ja selbst am Auge und den Gesichtsmuskeln der linken Seite durch Schlagfluſs gelähmt ward, bekam (ohngeachtet vor Anwendung derselben viele schwächende Mittel zum groſsen Nachtheil der Kräfte unzweckmäſsig gebraucht waren) durch die galvanische Electricität ihr Gesicht am linken Auge, die gleichmäſsige Wirkung ihrer Gesichtsmuskeln und den Gebrauch ihres Arms nach 15maliger Application in steigender Stärke des Electromotors bis auf 60 Plattenpaare wieder. Da sie aber einen unüberwindlichen Widerwillen gegen das Galvanisiren faſste, muſste ich es aufgeben und wandte die Wirkung einer

Electrisirmaschine an, womit ich aber nichts weiter ausrichtete. — Der andere Fall betraf einen Knaben von 10 Jahren, der ein intermittirend Fieber lange Zeit gehabt, hierauf Catalepsis bekommen, deren letzter Anfall seit einem Jahre Lähmung im Arme und Fuſs hervorbrachte, wobei zugleich auch der Verstand etwas gelitten hatte. Der Fuſs hatte sich jedoch bereits sehr gebessert, so daſs der Patient darauf umhersprang. Den Arm aber konnte er kaum bewegen und mit den Fingern nicht fassen. Ich führte die galvanische Electricität von einer excoriirten Stelle am nervus axillaris bis zu den Fingerspitzen, und hatte das Vergnügen, durch 3wöchentliche tägliche Anwendung in steigender Heftigkeit zu bewirken, daſs die Hand allmählig beweglicher wurde und der Patient vollkommen damit fassen konnte. Er konnte die zuvor gekrümmten Finger ausstrecken und den Arm nach Gutdünken bewegen. Auſserdem ward er ungleich munterer und aufgeweckter. — Allein ich kann und muſs auch zugleich versichern, daſs ich durch die Electricität einer Electrisirmaschine, vorzüglich durch oftwiederholte gelinde Commotionen mit der kleistischen Flasche, schon ehedem halb-

seitige Lähmungen, vorzüglich des Armes, gehoben habe, so dafs ich in dieser Rücksicht der galvanischen Electricität keinen Vorzug eingestehen kann. — Die Herrn Lichtenstein und Bischof behandelten zwei Lähmungen mit der galvanischen Electricität. Eine im December 1800 nach dem Wochenbette an Zunge, Arm und Bein gelähmte Frau ward durch 45tägiges Galvanisiren so weit hergestellt, dafs sie ihre Zunge, den Arm und den Fufs bewegen konnte. Ihre Sprache erhielt sie aber nicht vollkommen wieder.. Bei einem andern, wo die Hemiplegie von zurückgetretener Krätze entstanden war, kam diese nach dem Galvanisiren wieder hervor und die Lähmung ward gehoben *). Halle brachte durch eine Säule von 40 Lagen in den gelähmten Gesichtsmuskeln Zuckungen und erhöhte Thätigeit hervor, wo zuvor electrische Funken keine Sensation oder Contraction bewirkt hatten **). Dr. Grapengiefser giebt den Erfolg, von drei Versuchen bei Gelähmten an. Im ersten wurde die Kraft des Fufses durch ei-

*) Bischof de usu Galvanismi.

**) Bulletin des sciences de la societé philosoph. no. 52. an 9. p. 31.

ne Batterie von 100 Lagen etwas vermehrt aber vollkommene Herstellung konnte nicht bewirkt werden. Auch können vielleicht die heftigen zugleich gebrauchten Mittel *) die Wirkung derselben befördert oder modificirt haben. Im zweiten Falle konnte die Kranke nach Anwendung der galvanischen Electricität den gelähmten und steifen Arm in kurzer Zeit auf den Kopf bringen, und die Hand etwas öffnen, im dritten Fall (beim Schneider Sch.berg) war die heftige Einwirkung eines Electromotors von 50 Lagen bei directer Asthenie offenbar unzweckmäfsig und mufste nachtheilig ausfallen. — Hr. Dr. Flies beobachtete in zwei Fällen von Lähmung merkliche Besserung nach Anwendung des Electromotors **). Auch hat sich der von ihm angeführte Hr. Oberforstmeister von Burgsdorf nachher einige Zeit so wohl befunden, dafs er eine Reise machte, wobei er Arm nnd Fufs gut bewegen konnte. Hrn. Helwag gelang es, eine von äufserer Gewalt entstandene Steifigkeit eines

*) Hr. Grapengiefser verschrieb z. B. Rec. Mercur subl. corrosiv. gran jij. Extract Opii gran vj. Iulep e Camphor Unc j. Solv in Aq. font destillat Unc v. add Syrup emulsiv Unc j. M. D. S. Morgens und Abend ein Efslöffel voll.

**) s. Grapengiefsers Versuche S. 243 flg.

Handgelenks zu heben. Prof. Schaub heilte einen gelähmten abgemagerten Arm *). Hofr. Marcus **) sah guten Erfolg bei der Hemiplegie eines 32jährigen Mannes, der nach 14tägiger Application des Electrometers die völlige Beweglichkeit seines Arms wiedererhielt und eine Fufsreise machen konnte, ferner bei der Lähmung des Arms von Erkältung, welche den flüchtigen Einreibungen und warmen Verhalten nicht weichen wollte, und nach 6tägiger, anfangs starker Anwendung der galvanischen Electricität völlig hergestellt ward, und endlich bei einer bereits 5 Monate dauernden Paralysis, wo der Arm fast gar keine Bewegung hatte, die Finger gefühllos und kalt waren. In 11 Tagen bewegte die Patientin den Arm mit aufserordentlicher Leichtigkeit. Es stellte sich Nachts dasselbe Gefühl, als ob electrische Schläge durch die Glieder giengen, (ein nicht seltenes Phänomen) und seit dieser Zeit auffallende Besserung ein. Man hatte einen Electromotor von 150 Schichten angewandt. Hr. von Ramm galvanisirte einen Mann mit Lähmung auf der linken

*) Archiv für die Pharmacie von Schaub und Repenbring 1 Bd. 2 St. 201.

**) a. a. O. S. 325 flg.

Seite und Harthörigkeit. Er fühlte den galvanischen Strom durch das Ohr, das Auge und die ganze Seite. Nach 3 Wochen hörte der Patient sehr gut, sahe in der Ferne alles deutlich, in der Nähe aber schwach, seine Sprache war besser und die Extremitäten hatten an Stärke gewonnen *). Dr. Martens hob eine Lähmung des obern Augenlieds durch 3tägiges Galvanisiren mit 12 Lagen **). Zwei Patienten mit Unbeweglichkeit der Extremitäten erhielten einige Beweglichkeit derselben nach Anwendung von 20-40 Lagen wieder ***). Prof, Weber stellte an einem gelähmten Arme die Bewegung der Finger und bei Kälte und Lähmung des Gesichts die natürliche Wärme desselben wieder her ****). Der P. Benedictiner Mart. Frischeisen, Prof. der Physik zu Salzburg, soll mehrere glückliche Kuren an Lahmen verrichtet haben †). Dr. Geiger bewirkte in einigen mit der Hemiplegie Behafteten Zunahme der Wärme,

*) Allg. Litt. Zeit. Int. Bl. no. 93. 19. Jun. 1802.
**) Parad 2ter Bd 2 St. S. 150.
***) Ebend. S. 152 flg.
****) Der Galvanismus, eine Zeitschr, 3. Hft. 150.
†) Allg. Litt. Zeit. Int. Bl. no. 65. 1. Mai 1802.

der Beweglichkeit und des Pulsschlags *). Dr. Treviranus galvanisirte einem Menschen, der die schweren Buchstaben nicht aussprechen konnte, die unbiegsame schwache Zunge, so daſs er einen Conductor über und den andern unter derselben ansetzte, mit so gutem Erfolg, daſs er meistens die ihm sonst so schweren Wörter ohne allen Anstoſs aussprechen konnte **). Was die Applicationsmethode bei der Lähmung der Glieder betrifft, so ist dieselbe ganz einfach. Man befeuchtet zwei Stellen des gelähmten Gliedes über dem Laufe eines Nerven und bringt die beiden Conductoren daran. Ich glaube hiebei die besten Effecte gesehen zu haben, wenn ich den Conductor des Zinkpols (nach der oben angegebenen Construction des Electromotors) an das Hirnende des Nerven, den vom Silberpol aber an sein Organende brachte. Die Zuckungen, die in den Extremitäten hiebei entstanden, waren in die Höhe fahrend und zugleich erzeugte sich dem Lauf des Nerven entlang zwischen den beiden Conductoren ein auffallendes und ziemlich star-

*) a. a. O.

**) s. Horns Archiv für medicinische Erfahrung 3r Bd. 1s Heft.

kes Gefühl von Wärme, welches besonders bei dem erwähnten Knaben von gutem Erfolg war. Ist völliger Torpor im gelähmten Gliede, so muſs man, um die wirksame Influenz der galvanischen Electricität zu befördern, auf einigen Stellen durch Auflegen eines Blasenpflasters excoriiren, welches die Wirkung ungleich empfindlicher und eindringender macht. Der stärkere Ausfluſs von Lymphe auf diesen Stellen und eine dadurch bewirkte Derivation, auf die Hr. Dr. Grapengieſser einen so groſsen Werth setzt, kann aber unmöglich etwas zur bessern Wirksamkeit des Mittels beitragen, da 1) diese sowohl als die folgenden örtlichen Krankheiten selten mit einer Krankheitsmaterie (gleichviel als Ursach oder Effect der Krankheit) complicirt sind, 2) es lächerlich wäre zu glauben, daſs gerade diese Krankheitsmaterie durch jene häufigere Excretion der Lymphe ausgeleert werden würde. 3) Die Ausleerung der Lymphe an sich direct schwächend also gerade das Gegentheil des Beabsichtigten wirkt, und 4) die Idee von Derivation überhaupt eine therapeutische Chimäre ist, (m. s. die treffliche Abhandlung hierüber in Cappels medic. Untersuchungen 1. Bd.) Ein jeder

rationelle Arzt wird diese Gründe ohne weitläuftigen Beweis für gültig anerkennen und daher diese Excretion der Lymphe bei der Application der galvanischen Electricität nicht geflissentlich befördern. Will man ein gelähmtes Glied in ununterbrochener Verbindung mit dem Electromotor erhalten, so bediene man sich des oben beim Scheintode angegebenen Verfahrens mit den aufgelegten Metallscheiben, die auf irgend eine Art mit den Polardräthen des Electromotors verbunden werden. Ein jeder Arzt wird die beste Art solche Verbindungen und Applicationsmethoden auf der Stelle einsehen und erfinden. Daher zeigt es einen höchst absurden Kleinigkeitsgeist auf die Erfindung einzelner Verbindungsarten, denen sogar das beste Attribut der Einfachheit ganz fehlt, einen hohen Werth zu setzen und sich damit als mit einer für die Wissenschaft und Kunst höchst wichtigen Neuigkeit zu brüsten. — Daſs übrigens diejenigen Lähmungen, in denen man von der Anwendung des Galvanismus etwas hoffen kann, nur solche seyn können, welche nicht von mechanischen Ursachen, z. B. einem fortdauernden Druck aufs Gehirn auf die Nerven u. s. w. herrühreu, versteht sich von selbst.

2) Schwäche des Gesichts und schwarzer Staar. Bei der Schwäche des Gesichts und Kurzsichkeit leistet die galvanische Electricität oft ausserordentlich gute Wirkungen, selbst wenn man sie nicht unmittelbar ans Auge (sondern z. B. aufs Gehörorgan) applicirt hatte, wie die von Dr. van Rees *) und Dr. Treviranus **) mitgetheilten Fälle beweisen und ich oftmals erfahren habe. Sie erhöht die Sensibilität des Sehenerven, die Reizempfänglichkeit gegen das Licht und den Zufluss des Bluts nach dem Auge, daher kann sie auch bei demjenigen schwarzen Staar, der nicht mit starken Congestionen nach dem Kopf und sehr erhöhter Sensibilität der Retina verbunden ist, nützlich seyn, wie die Beobachtungen der Hrn. Lichtenstein und Richter ***), Bischof †), Grapengiesser, Fliess, Martens, (Parad. 2. Bd. 2. H. S. 155.) Geiger und Weber ††) beweisen. Gänz-

*) s. Schaub's und Piepenbrings Archiv für die Pharmacie S. 200.

**) s. Horns Archiv für med. Erfahrung, 3. Bd. 1. St. S. 113.

***) Loders Journal der Chirurgie, 3. Bd. 3. St.

†) De usu Galvanismi und in Hufelands Journ. oer pract. Heilk. XIII Bd. 2. St.

††) Der Galvanismus, 2. Heft S. 323.

liche dauernde Heilung einer completten Amaurosis ist wohl aber bis jetzt schwerlich je durch die galvanische Electricität bewirkt, und diejenige Kranke, von der ich selbst (in meiner Abh. vom Galvanis. S. 59-60) sprach, hatte zwar bei achtwöchentlichem Gebrauch des Electromotors starke Lichtblitze im gelähmten Auge und bekam einen schwachen Schein des Tageslichts. Hiebei aber blieb es und sie kann durchaus nichts weiter erkennen. Die schwächste Anwendungsart hiebei ist der (oben angegebene) sulzersche Versuch. Will man sie verstärken, so excoriirt man eine Stelle über den Augenbraunen in der Gegend des Frontalnerven durch ein Blasenpflaster und applicirt zwei Metalle auf dieselbe, die beim Zusammenschlagen Lichtblitze verursachen, oder man setzt auf die excoriirte Stelle eine Zinkplatte und in die Nase einen gekrümmten Kupferstab, dessen Ende man abwechselnd mit dem Zink in Berührung bringt. Am stärksten wirkt der Electromotor, dessen einen Pol man in der Nase oder dem Munde und den andern über dem Augenbraunen auf einer sehr befeuchteten Stelle oder einen darauf gelegten feuchten Schwamm oder an die Oberfläche der

Cornea hält. — Durch die Application der Leiter eines wirksamen Electromotors ist es mir mehrere Male gelungen, chronische Augenentzündungen zu heilen, von denen eine mehreren zuvor angewandten reizenden Mitteln nicht gewichen war. — Prof. Grimm in Breslau hob durch Einwirkung eines Electromotors von 100 Lagen eine hartnäckige Augenentzündung *), und eine Epiphora eines 59jährigen Mannes verlohr sich darnach **).

3) Verlust des Geruchs- und Geschmacksinns. Einem Manne, der durch Erkältung und langwierigen Stockschnupfen beide verlohren hatte, liefs ich die Conductoren eines Electromotors von 50 Lagen in den Mund und die Nase nehmen, und electrisirte ihn auf diese Art 4 Wochen lang täglich $\frac{1}{4}$ Stunde. Der Geschmack stellte sich wieder ein, der Geruch aber nicht. Natürlich mufs in Fällen dieser Art der Verlust des Sinnes nicht von mechanischen Ursachen, z. B. einem Polypen u. dgl. entstanden seyn, sondern einzig auf verminderte Sensibilität der Geruchs- und Geschmacksorgane

*) s. Zadigs medic. Archiv für Schlesien 3r Bd. 1 St.

**) Schaub a. a. O.

beruhen. Verursachen die Conductoren Brennen in der Nase, so müssen sie mit etwas Charpie oder Schwamm umgeben eingebracht werden.

4) Schwerhörigkeit und Taubheit, gegen welche die galvanische Electricität am häufigsten und wirklich noch mit glücklicherm Erfolge angewandt ist, als bei den vorigen örtlichen Krankheiten. Ich übergehe die weitläuftige Aufzählung der weniger interessanten Fälle dieser Art und beschränke mich auf die merkwürdigsten und bewährtesten. — Hr. v. Arnim heilte sich selbst von einer nach heftiger Ohrenentzündung zurückgebliebenen Taubheit durch anhaltendes Galvanisiren *). Prof. Grimm fand nach 14maliger Anwendung eines Electromotors von 25 Lagen bei einem tauben Frauenzimmer, daſs das Gehör sich auffallend besserte **). Hrn. Dr. Reuſs in Stuttgard gelang es, zwei taubstummen 14jährigen Mädchen in wenig Wochen das Gehör herzustellen, so daſs sie gute Fortschritte im Unterricht machten. Ein 4jähriger taubstummgebohrner Knabe gab nach einigen Versuchen

*) Gilberts Ann. d. Phys. 8. Bd. 3. St. S. 257.
**) Zadigs Archiv 3. Bd. 1. St.

schon deutliche Zeichen erhaltener Gehör fähigkeit für stärkern Schall in der Nähe. Bei zwei taubstummgebohrenen jungen Männern bewirkte die galvanische Electricität erst in der 10ten Woche einige Gehörfähigkeit. Dagegen erhielt ein Taubstummgebohrener nach etwa 20 Versuchen das Gehör schon so weit wieder, daſs er die Töne eines Klaviers hörte. Von Schwerhörigen stellte Dr. Reuſs einige her *). Hr. Sprenger in Jever heilte nach seinen zum Theil gerichtlich attestirten **) Nachrichten und denen des Hrn. Prof. Wolke ***) 20 Taubstumme mit auffallendem Glück. Ein 15jähriger Jüngling, der nie genieset und keinen Geruch gehabt hatte, übrigens immer gesund gewesen, ward an einem Tage zu zwei wiederhohlten Malen galvanisirt, und hörte am folgenden Tage nach dem Galvanisiren schon dumpfe Töne, das Schlagen auf eine groſse Schachtel oder auf einen Tisch und das Stoſsen in einen Mörser. Am Abend nach

*) Reichsanzeiger no. 73. S. 956. Salzb. medicin. chirurg. Zeitg. Beil. zu no. 19. 1. Bd. 1802.

**) Reichsanz. no. 107. 23. April 1802.

***) Reichsanz. 1802. no. 73. S. 380 und Wolke's Nachricht von den zu Jever durch die galvanivoltaische Gehörgebekunst beglückten Taubstummen u. s. w. Oldenb. 1802. 8.

der fünften Galvanisation hörte er schon das Ticken einer Taschenuhr. Er niesete nun zum ersten Male und sein Geruch war wieder hergestellt. In 14 Tagen ward sein Gehör so vollkommen hergestellt, daſs er sprechen lernte. — Ein anderer 27jähriger Taubstummgebohrener ward in 2 Wochen durch die Wirkung des Galvanisirens fähig, die leisesten Töne und gewöhnliches Sprechen zu hören, welche Schärfe des Gehörs nach 4 Wochen noch eben so war. Von Harthörigen gelang es Hrn. Sp. nur 3 wiederherzustellen. — Dr. Koch zu Glückstadt versichert einen Harthörigen mit vollständig glücklichem Erfolg behandelt zu haben *). Graf Sternberg heilte eine Taubstumme, die schon zweisylbige Worte vernehmlich spricht **). Mir gelang es unter vielen Personen zwei, die an Schwerhörigkeit litten, so wieder herzustellen, daſs sich ihr gutes Gehör vollkommen erhielt. Uebergehende Besserung zeigt sich bei den meisten. Aber dies ist auch der Fall nach der Einwirkung eines jeden starken Reizes z. B. scharfer Mittel auf den Gehörgang. Leider

*) Altonaer Mercur 24. Novbr. 1801.

**) Der Galvanismus, eine Zeitschr. 3. H. S. 172.

scheinen aber viele Aerzte auf diese vorübergehende Gehörverbesserung zu früh und gewiſs die Hoffnung auf gänzliche Herstellung gebaut zu haben. — Hr. Prof. Schaub heilte mehrere Schwerhörige und zwei Taubstumme. Bei dem einen der Schwerhörigen wirkte der Galvanismus in den ersten 3 Wochen fast nichts, nachher ward das Gehör in 14 Tagen vollkommen hergestellt; bei einem Mädchen, wo sich die Scharlachfiebermaterie auf den Gehörgang geworfen, und daselbst wahrscheinlich Zerstörungen hervorgebracht hatte, war die 12wöchentliche Anwendung vergeblich *). Mit einigem guten Erfolg operirten auch Dr. Quenzel **) in Stockholm und Dr. Kober ***) zu Roda im Altenburgischen. Wegen der Versuche der Herren Bischof ****), Grapengieſser †), Helwag ††), Jacobi †††),

*) s. Nachricht des Dr. Hunold in Cassel von den Versuchen des Hrn. Prof. Schaub im Reichsanz. no. 50. 20. Febr. 1802, und Schaubs und Piebenbrings Archiv der Pharmacie 1. Bd. 2. Hft. S. 190-202.

**) Hufelands Journ. d. pract. Heilk. XIII. 4.

***) Reichsanzeiger no. 90. vom 1. April 1802.

****) De usu Galvanismi in arte medica pag. 70.

†) a. a. O.

††) Dess. Erfahr. über d. Heilk. d. Galvanismus.

†††) Ebendaselbst.

Ramm *), Martens **), Tittmann ***), Marcus ****) u. a. verweise ich, da sie weniger merkwürdige Resultate gewähren, auf die von ihnen mitgetheilten Nachrichten. — Nur da, wo Mangel an Sensibilität die Ursach der Taubheit ist, kann der Galvanismus Nutzen schaffen, keinesweges da, wo sie durch organische Zerstörungen des Gehörorgans und mechanische Hindernisse z. B. Polypen verursacht wird. Gewöhnlich ist jener Sensibilitätsmangel mit gänzlicher Unthätigkeit derjenigen Drüsen verbunden, welche sowohl im Innern des Gehörorgans die lubricirende Feuchtigkeit absondern, als im äufsern Gehörgange das Ohrenschmalz. Hier mufs ein Conductor des Electromotors auf die unten zu beschreibende Art in den Gehörgang gebracht und auf irgend einer andern Stelle des Körpers die Kettenverbindung geschlossen werden. Dieses verursacht gewöhnlich eine stärkere Absonderung eines weichern und gefärbtern Ohrenschmalzes, welche aber oft aufhört, sobald man mit dem Gal-

*) Jen. Allg. Litt. Zeitg. no. 93. 19. Jun. 1802.
**) Paradoxien 2. Bd. 2. Heft S. 154 flg.
***) Reichsanz. no. 90. 1. April 1802.
****) Magazin f. specielle Therapie 1. Bd. 2. St. S. 347.

vanisiren nachläſst; daher man so lange damit fortfahren muſs, bis die Secretion des Ohrenschmalzes völlig im Gange ist, zu welchem Behuf man auch andere reizende Salben u. dgl. in den Gehörgang bringen kann. Ist diese Unthätigkeit der Gehörnerven von der Art, daſs sie schon durch eine Vermehrung der gewohnten Reize einigermaſsen verbessert wird, der Patient z. B. nach dem Essen und Trinken, bei heller Witterung, heiterm Geiste und bei starkem Geräusch besser hört, so kann man von der Application des verstärkten Galvanismus eher Hülfe erwarten, als bei entgegengesetzten Umständen. Das verschiedenartige Sausen im Ohre, welches oft ohne Taubheit, mehrentheils aber mit derselben verbunden ist, ja sogar manchmal die Taubheit zu verursachen scheint, kann eben so wie Kopfschmerzen und mehrere Zufälle der dem Sensorio nahe gelegenen Nerven von verschiedenen oft einander entgegengesetzten Ursachen z. B. von Verstopfungen im Unterleibe und damit verbundener erhöheter Sensibilität der Nerven, von Vollblütigkeit und Congestionen des Bluts nach dem Kopf und mehreren innern Ursachen herrühren, aber eben sowohl auch ein blos örtlicher Zu-

fall seyn, der eine rheumatische Affection oder irgend eine andere abnorme Stimmung der Vitalität der Gehörnerven zum Grunde haben kann. Die Ursachen der erstern Art müssen durch zweckmäfsige innerliche Mittel gehoben werden, und nur bei der zweiten Art pafst die Anwendung der galvanischen Electricität. — Hr. Prof. Schaub fand hier vorzüglich das Galvanisiren des äufsern Ohres wirksam. Oft hängt aber auch das Sausen im Ohre von einer Verstopfung der eustachischen Röhre ab, wodurch das Gleichgewicht der Luftschicht in derselben und der im äufsern Gehörgange befindlichen gehoben wird. Hier mufs nothwendig die Verstopfung gehoben werden. Bei nervenschwachen Personen kann die dem Ohrensausen zum Grunde liegende Asthenie durch die galvanische Electricität örtlich und temporell gehoben werden, wie der vom Hrn. Dr. Merzdorf beobachtete Fall *) beweist. Hrn. Grapengiefser scheint das Sausen, wenn es während der Anwendung des Galvanismus bei Taubheit ohne Sausen entsteht und mit derselben wieder aufhört, baldige Heilung zu versprechen, weniger

*) s. Grapengiefsers Versuche S. 131. Anm.

hingegen, wenn es noch einige Zeit nach der Anwendung fortdauert. Meinen Versuchen zufolge kann ich indessen diese Prognosen nicht auf alle Fälle passend und stringent anerkennen, eben so wenig als die, daſs bei der mit Sausen verbundenen Taubheit die Anwendung des Galvanismus den meisten Nutzen verspreche, wenn das Ohrensausen während derselben verschwinde, weniger hingegen, wenn sie den Ton des Sausens anders modificire. Richtig ist es, daſs sowohl bei der Taubheit mit Ohrensausen als ohne dasselbe die galvanische Electricität contraindicirt ist, wenn bei jeder auch noch so schwachen Anwendung derselben das Ohrensausen sehr heftig wird, und die Taubheit zuzunehmen scheint.

Die verschiedenen Methoden, die Conductoren des Electromotors in den äuſsern Gehörgang zu appliciren, dienen sämmtlich blos zu ihrer Befestigung, um sich ihre Anwendung bequemer zu machen als sie es aus freier Hand seyn kann. Ich selbst empfahl eine Kopfbandage aus einer über den Kopf gezogenen Mütze, an der ein Fischbeinreif sich befindet, der um den Hinterkopf geht und an seinen beiden Enden Gestelle hat, wodurch die Conductoren des Electromo-

tors in dem Gehörgange gehalten werden. Die Hrn. Grapengiefser, Tittmann *), und Martens **) haben mehrere dergleichen Verrichtungen vorgeschlagen. Bischof bediente sich einer nach der Krümmung des äufsern Ohres gebogenen Glasröhre, in welche ein dünner Leitungsdrath gezogen ist, der auf einer Seite mit dem Electromotor in Verbindung steht und auf der andern ins Ohr gebracht wird. Helwag legt einen Schwamm ins Ohr, der durch eine elastische Zange von lackirtem Eisendrath im äufsern Ohr befestigt und gleichsam angeklemmt ist, an die man dann leicht den Drath der Electromotors hängt. Da es aber wie oben (S. 232.) erwiesen, durchaus von keiner guten Wirkung ist, wenn die Verbindung mit dem Electromotor und der zu electrisirenden Person fortdauernd geschlossen bleibt, so ist die Application der Conductoren aus freier Hand auf den Gehörgang der durch diese Instrumente veranstalteten ungleich vorzuziehen. Die Methode der Herren Sprenger und Schaub sind von der Art, dafs dabei die Verbindung des Patienten mit

*) Reichsanz. no. 90. 1. April 1802 S. 1116.

**) Paradoxien 2. Bd. 2. Heft S. 187.

dem Electromotor theils am Gehörgange theils auf dem andern Schliefsungspunct abwechselnd geschlossen und aufgehoben wird. Der vorzügliche Erfolg ihrer Bemühungen spricht für die gute Wirkung jener Methoden. Hr. Sprenger leitet einen zinkenen Drath von der Zinkausladeplatte der Säule (den er den Mittheiler nennt) ans Ohr des Kranken, den andern dickern und silbernen Drath aber von der Kupferausladeplatte (den Erreger) legt er auf Glas und läfst ihn vom Patienten mittelst eines in der feuchten Hand gehaltenen metallenen Cylinders wiederholt berühren. Nachher erfand er eine Maschine wodurch der letztere Drath (der Erreger) abwechselnd in die Höhe gehoben wird und wieder auf den Cylinder in der Hand des Patienten herabfällt *). Mit dem Mittheiler, den er in der Hand hält, berührt er den Tragus des Ohres 2 Minuten, die Concha 10 Secunden, den äufsern Gehörgang 40 Secunden, die Gegend des ossis petrosi 30 Secunden, und den Pro-

*) s. Anwendungsart der galvani-voltaischen Metallelectricität zur Abhelfung der Taubheit und Harthörigkeit von Sprenger; einzeln abgedruckt aus den Annalen der Physik Bd. IX. St. 3. mit 2 Kupf. Halle bei Renger 1802.

cessus mastoideus 40 Secunden. Da er auf jede Secunde eine Berührung des Erregers rechnet, so wird die Kettenverbindung beim Tragus 120mal, bei der Concha 10 mal, beim äufsern Gehörgang 40mal, bei der Gegend des Felsenbeins 30mal und am Warzenfortsatz 40mal geschlossen. Hr. Prof. Schaub läfst den Patienten den mit der obersten Kupferplatte in Verbindung stehenden Drath in einer Schale mit Salzwasser in der Hand halten. Dann führt er eine Knopfsonde (den Communicator) an das Ohr und eine andere mit dieser in Verbindung stehende (den Receptor) an den hervorstehenden Bügel oder Zapfen der Zinkplatte in Zirkelwindungen umher, damit nicht Schläge, sondern der wenigunterbrochene positive galvanische Strom ins Ohr der Person geleitet wird, welche durch die Hand der dem Ohre entgegengesetzten Seite mit dem Electromotor in Verbindung steht. Nachdem er den Communicator zwei Minuten im Gehörgang gelassen, führt er ihn auf dem äufsern Ohr umher, welches er besonders gegen das Sausen im Ohre äufserst nützlich fand. — Die Leitung der galvanischen Electricität durch beide Ohren vermittelst der erwähnten Kopfbandage ist

ohnehin nur bei gänzlich tauben Personen anzubringen; denn Schwerhörige besitzen gewöhnlich auf einem Ohre noch mehr Empfindlichkeit und Gehör als auf dem andern, daher kann gleiche Behandlung beider unmöglich zweckmäſsig und nützlich seyn. Das Umwickeln der Knöpfchen des in den Gehörgang gebrachten Conductors mit leinenem Zeuge oder Fäden mindert die Einwirkung der galvanischen Electricität auf den Ort, wo der Conductor angelegt ist. Doch ist es nur bei sehr stark wirkenden Electromotoren oder bei lange dauernder Anwendung der galvanischen Electricität nothwendig *) und beides werden vorsichtige Aerzte vermeiden.

Die bisher beschriebene Applicationsarten in den äuſsern Gehörgang müssen vor-

*) Hrn. Grapengieſser ist dies zwar, wie er sagt, unbegreiflich. Begreiflicher, wenigstens glaublicher wird es ihm werden, wenn er sich aus den Beschreibungen der Versuche anderer Aerzte überzeugen wird, daſs sie den Conductor unumwickelt in den Gehörgang brachten. (S. z. B. Schaub Archiv der Pharmacie 1 Bd. 2 St, S. 212 und Sprengers Versuche). Daſs es bei einer so heftigen Anwendung der galvanischen Electricität als Hr. Gr. sich erlaubt, unmöglich sey, die Conductoren unumwickelt im Gehörgange zu halten, ist mir freilich sehr wohl begreiflich, aber eben sowohl auch, daſs solche Unvorsichtigkeiten oft den völligen Verlust des Gehörs ja sogar der Sprache nach sich ziehen können, wie dies z. B. bei dem von Hrn. Gr. galvanisirten Kaufmann Hr. Ramin der Fall war.

züglich bei der Erschlaffung des Trommelfells und Unempfindlichkeit seiner Nerven benutzt werden. Bei derjenigen Art der Taubheit hingegen, deren Ursachen im Labyrinthe zu suchen sind, und die sich vorzüglich durch die Trockenheit der Schleimhaut der Nase zu erkennen giebt, ist die Application der galvanischen Electricität an den processus mastoideus anzurathen. Man kann zu diesem Behuf entweder einzelne heterogene Metallplatten auf zwei excoriirte Stellen hinter den Ohren legen und sie durch einen elastischen gekrümmten Metallstab verbinden und aufdrücken, oder den Conductor des Electromotors an einen processus mastoideus appliciren und mit der Hand die Verbindung schliefsen lassen. Prof. Weber empfiehlt die Spitze eines Draths durch die Epidermis auf den processus mastoideus zu stecken, den Drath mit dem einen Pole des Electromotors und die Hand des Patienten mit dem andern zu verbinden. Bei der Application einer Zink- und Silberplatte auf die beiden processus mastoideos erfolgt ein beständiges Summen vor den Ohren und Ausfliefsen eines scharfen Seri aus den wundenStellen, vorzüglich aus derjenigen, welche die Zinkplatte berührt, die sich stark verkalkt und wegen ihrer heftigen Wirkung mit

der Silberplatte öfters gewechselt werden muſs. Aus eben den Gründen aber, welche ich bereits gegen die Leitung der galvanischen Electricität durch beide Ohren zugleich angeführt habe, ist diese Methode verwerflich; auch habe ich nie von derselben einigen guten Effect wahrgenommen, ohngeachtet ich die Metallplatten in mehreren Fällen wo sie hätten indicirt seyn können, sorgfältig und lange anwenden lieſs.

Die dritte und eindringendste Application der galvanischen Electricität auf das Gehörorgan geschieht durch das Einbringen eines gebogenen elastischen, mit einem Knöpfchen versehenen Drathes in die tuba Eustachii, den man mit einem Pole des Electromotors in Verbindung bringt, während der Patient mit feuchter Hand die andere Kette faſst. Da wo wirkliche Stockungen und Torpor in der Tuba Eustachii vorhanden sind, könnte diese Methode allerdings sehr wirksam seyn, allein das Einbringen jenes Draths können die mehresten Menschen nicht gut ertragen, daher man sich begnügen muſs, einen Couductor an die Oeffnung einer tuba Eustachii, d. h. an den hintersten und obersten Theil des Gaumens seitwärts zu bringen, und den Patienten die Verbindung mit dem Electromotor schlieſsen zu lassen. Wo in-

indessen irgend eine katarrhalische Entzündung vorhanden wäre, welche die Verstopfung der eustachischen Röhre verursachte oder unterhielte, da möchte diese Methode wohl nicht anwendbar seyn.

Zur genauen Bestimmung, ob schwerhörige Patienten während der Anwendung der galvanischen Electricität am Gehör zugenommen haben und wie viel, dient der von Hrn. Prof. Wolke*) angegebene Gehörmesser, der eigentlich in einem auf ein Brett schlagenden Hammer besteht, und bei seinem Herabfallen ein verhältnifsmäfsig um so stärkeres Geräusch macht, je höher er zuvor gehoben ist. Diese verschiedenen Höhen sind nun an dem Brett, worin der Hammer mit seinem Ende articulirt, durch Grade bezeichnet und können daher zur Bestimmung der Stärke des Gehörs dienen.

5) Rheumatismus und Gicht, sobald sie local und asthenischer Art sind, qualificiren sich zur Application der galvanischen Electricität. Hrn. Ober-Stabs-Chirurgus Völkers Beobachtung von ihrer guten Wirkung bei einem heftigen Rheumatismus

*) s. dess. angef. Schrift S. 64 Fig. 2.

des Oberarms *), Dr. Geigers glückliche Anwendung derselben gegen die Gicht, so wie der nicht ganz zu leugnende Nutzen der bekannten perkinsschen Nadeln, die offenbar nur durch Electricität wirken können, beweisen dies. Hofrath Marcus stellte eine Person, die aufser der Amenorrhöe an einem chronischen Ischias litt, durch Commotionen eines Electromotors aus 100 Lagen in 12 Tagen völlig wieder her, wobei sich auch zugleich die Menses wieder einstellten. Dr. Geiger versichert rheumatische Zahnschmerzen gehoben zu haben. Rheumatische Zahnschmerzen an zwei Personen hob ich plötzlich, indem ich den cariösen Zahn, von dem die Zahnschmerzen entstanden, mit einem starken Electromotor in Verbindung brachte, und einige heftige Commotionen hindurch leitete, wiewohl das Aufhören der Schmerzen nur palliativ war.

6) Aphonie und Heiserkeit. Da wo diese Fehler von organischen Verletzungen z. B. Durchschneidung eines Nervi recurrentis u. dgl. entstanden sind, kann die galvanische Electricität nichts fruchten,

*) s. Grapengiefsers Versuche S. 236.

wohl aber da, wo Stockungen in den Drüsen und vorzüglich Lähmungen der genannten Nerven und den Zungenmuskeln zum Grunde liegen. Will man sich hiezu einzelner Plattenpaare bedienen, so befestigt man sie an einen Halsband und bringt sie durch einen Silberdrath in leitende Verbindung, legt sie dann auf zwei excoriirten Stellen über dem Lauf der Stimmnerven und befestigt den Halsband um den Hals. Will man aber die Einwirkung verstärken, so bringt man die beiden Conductoren des Electromotors an die erwähnten Stellen. Durch die erstere Methode gelang es Hrn. Dr. Grapengießser temporelle Besserung hervorzubringen, die aber (wie Hr. Gr. versichert, auf heftigen Aerger und Erkältung) plötzlich wieder verschwand. Einige andere in der Absicht Heiserkeit zu heben, hieselbst angestellte Versuche sind fruchtlos gewesen.

7) Asthenische Geschwülste, welche aus Mangel an Resorbtionskraft der benachbarten einsaugenden Gefäße nicht zertheilt werden, können vermittelst dieses Reitzes weggeschaft werden. Ein starkes Ueberbein (Ganglion) in der Sehnenscheide des Handrückens sah ich durch anhalten-

des Galvanisiren verschwinden *). Dr. Helwag verminderte dadurch eine nach scrophulösen Geschwüren zurückbleibende Geschwulst am Fuſse. Eine andere Geschwulst aber an der Hand, die wahrscheinlich mehr entzündlicher Art war, und welche Hr. Dr. Jacobi mit der galvanischen Electricität behandelte, inflammirte sich und schwoll an, so daſs sie geöffnet werden muſste. Auf Knochengeschwülste nach Blattern schien Hrn. Grapengieſser die Einwirkung eines schwachen Electromotors vorübergehende gute Wirkungen zu haben **), und Prof. Weber heilte eine Kniegeschwulst, die nach der Gelbsucht entstanden und mit Schwinden des Fuſses begleitet war, durch 30malige Anwendung des Electromotors gänzlich ***). Auf Oedem und Wassersucht könnte die galvanische Electricität gute Wirkungen haben. In zwei Fällen von Oedema pedum aber schien die Wirkung eines ziem-

*) Diese Kur verrichtete an sich selbst ein'in meiner Nachbarschaft wohnender Nadlermeister Hr. Krüger, der sich auch durch seinen selbst verfertigten Electromotor von einer beträchtlichen Schwerhörigkeit heilte, und mehrere andere Personen mit Nutzen galvanisirte.

**) s. dess. Versuche S. 143.

***) Der Galvanismus, eine Zeitschr. 3. H. S. 160.

lich starken Electromotors nicht durchzudringen, und zu scarificiren oder Blasenpflaster zu legen, durfte ich in jenen Fällen aus Furcht vor Brand nicht wagen.

8) Der Tripperausfluſs wird, wenn er nicht durch einen hohen Grad der Entzündung zurückgehalten wird, sondern blos mit Schwäche der secernirenden Gefäſse verbunden ist, durch die Einwirkung des Electromotors auf die innere Fläche der Harnröhre verstärkt. Ein hieselbst sich aufhaltender Liebhaber der Physik, der sich in einem Falle erwähnter Art befand, stellte diesen Versuch mit dem angegebenen Erfolge an sich selbst an. Auch Hr. Dr. Martens sah dergleichen Fälle *).

9) Empfohlen hat man auch die galvanische Electricität als ein Mittel gegen den Blasenstein. Der französische Arzt Bouvier Desmortiers versicherte, einen Stein von einem Gran durch die Einwirkung der galvanischen Electricität in 14 Stunden gänzlich aufgelöſst zu haben. Ein anderer gleichfalls harter Stein von 5 Gran soll in eben soviel Zeit $\frac{1}{7}$ seines Gewichts verlohren haben. Auch versichert er selbst

*) Parad. III Heft.

den Galvanismus auf einen Stein in der Blase angewandt zu haben *), auf welche Art aber? giebt er nicht an. Es läſst sich auch schwerlich eine so unmittelbare Application der Conductoren eines Electromotors auf einen Stein in der Blase gedenken, als zur Auflösung desselben nöthig wäre. Ich selbst hätte gern diejenigen Blasensteine, deren ich sehr verschiedene Arten an Härte, Gewicht u. s. w. in meiner Präparaatensammlung besitze, aufgeopfert, um vielleicht einen Weg zur leichtern Heilung dieser schrecklichen Krankheit zu entdecken. Allein wie sehr ward meine Erwartung hierin durchgängig getäuscht. Ich beschäftigte mich im September und October 1801 fortdauernd mit diesen Versuchen, indem ich alle Arten von Blasensteinen nach einander in die mit Wasser gefüllte Zersetzungsröhre (fig. 1. f.) brachte und die Dräthe eines Electromotors von 100 Lagen 24 Stunden so darauf wirken lieſs, daſs eine beständig fortdauernde starke Gasentwickelung er-

**) Inhalt eines Briefes von Bouvier Desmortiers an B. Jauffret Secret. der Gesellsch. der Menschenbeobachter im hamb. Correspondenten no. 123. vom 4ten August 1801.

folgte. Allein nie fand ich eine Abnahme des Gewichts. Vielmehr hatten die lockern und porösen Steine so viel Wasser eingesogen, daſs sie am Gewichte zugenommen hatten. Dieselben Resultate finde ich in Hrn. Martens Aufsatz (a. a. O.)

10) Endlich hat Dr. Laubender in Wurzen die galvanische Electricität sogar in der knotigen Lungenschwindsucht angewandt. Es verleitete ihn hiezu der Gedanke, daſs der Knotenerzeugung in der Lunge indirecte Schwäche zum Grunde liege. Der Patient war 30 Jahr alt und litt $1\frac{1}{4}$ Jahr an der knotigen Lungensucht. Alle Mittel zur Ausheilung der vorhandenen Knoten und zur Verhinderung neuer waren vergeblich. Kaum war die galvanische Electricität 4 bis 6mal angewandt, so gieng ein Knoten nach dem andern auf und der lästige Husten war nun auf einmal gedämpft. (Allgem. medic. Annalen Septbr. 1802.) Ob dieser Erfolg bei fortgesetztem Galvanisiren und in mehreren Fällen von Lungensucht immer derselbe seyn werde? das läſst mich meine individuelle Ueberzeugung sehr bezweifeln.

Schlieſslich muſs ich noch einiger Ideen über die Natur der galvanischen Thätigkeit

und über die Anwendung derselben in Krankheiten vom Hrn. Dr. Tittmann *) erwähnen, die, wenn sie auch in Rücksicht auf die erstern nicht neu sind, doch in Ansehung der letztern die Aufmerksamkeit derjenigen verdienen, welche eine rationelle Anwendung der galvanischen Electricität auf den menschlichen Organismus in dynamischen Krankheiten interessirt. Diesen Ideen zufolge ist der Galvanismus keineswegs Effect eines eigenen Wesens, sondern vielmehr das Product der Mischung anderer, ganz verschiedener Materien. Diese Materien sind die die Wärme, den Sauerstoff nnd den Wasserstoff erzeugenden Principe, die in der ganzen Natur verbreitet sind, alle Körper durchdringen können, und nur dann wirksam und unsern Sinnen darstellbar werden, wenn sie unter den erforderlichen Bedingungen mit andern dazu geeigneten Stoffen eine innige Verbindung eingehen, und wenn sie aus ihrem gebundenen Zustande befreit, in Bewegung gesetzt werden. Die Construction der voltaischen Säule aus dreien möglichst heterogenen Körpern ist dazu geeignet, eine grofse Menge jener die Wärme, den Sauerstoff und den Wasserstoff erzeugenden Principe, theils aus den

*) s. Allgemeine medicinische Annalen 1802 September 641 flg.

heterogenen Körpern selbst zu entwickeln, theils aus der Luft an sich zu ziehen. Eine construirte voltaische Säule ist also als mit diesen freien Principien angefüllt zu betrachten, die sich nicht mit ihren übrigen Substraten verbinden und ihre Producte, (die Wärme, den Sauerstoff und Wasserstoff) liefern können, so lange die Säule aufser Verbindung mit den letztern Substraten bleibt. Aus dem Zinkpole strömen bei der Einwirkung der voltaischen Säule auf andere Körper, die die Wärme und den Sauerstoff erzeugenden Principe innig mit einander gemischt aus, aus dem andern entgegengesetzten Pole aber die die Wärme und den Wasserstoff erzeugenden Principe. Daher erzeugt das aus dem Zinkpole ausströmende Fluidum Wärme und Sauerstoff, das aus dem Kupferpole hingegen Wärme und Wasserstoff. Keines dieser beiden Principien kann aber allein aus seinem Pole ausströmen, wenn das andere es aus seinem Pole wegen Abwesenheit der Bedingungen nicht auch kann. Diese Neigung der Principe vereinigt zu bleiben oder wenigstens zugleich thätig zu seyn, macht es auch nothwendig, dafs die berührenden Körper gewissermafsen ein Continuum ausmachen. — Das Wasser bestehe aus den Substraten der den Wasserstoff und den

Sauerstoff erzeugenden Principe, welche, wenn sie auf diese Substrate einwirken, Wasserstoff und Sauerstoff nothwendig hervorbringen müssen. Daher giebt jeder einzelne, der aus den beiderseitigen Polen der voltaischen Säule ausströmenden Principe mit dem Wasser, dem Substrate beider, respective Sauerstoff oder Wasserstoff. Der zugleich mit ausströmende Wärme erzeugende Stoff verwandelt die erzeugten Stoffe in Gase. Daraus läfst sich erklären, warum nur da, wo Feuchtigkeiten befindlich sind, Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt werden können. — Bei der Einwirkung des Galvanismus auf den thierischen Körper bringe das aus dem einen Pole ausströmende Sauerstofferzeugende Princip in den Flüssigkeiten des Organs, in welches es einströmt, Sauerstoff, das aus dem andern Pole ausströmende Wasserstofferzeugende Princip hingegen Wasserstoff hervor; letzterer vereinige sich aber im nämlichen Augenblick mit dem in den Organen befindlichen Stickstoffe und bilde Ammonium. Der mit beiden Principen zugleich ausströmende Wärmeerzeugende Stoff beschleunige nicht nur die Erregungsprocesse in den Organen, sondern er wirke auch zugleich als ein kräftiger Reitz auf die festen Theile des thierischen Körpers. Von Humbolds Er-

fahrungen zufolge ist das Alkali das stärkste Reitzmittel für die Nerven, der Sauerstoff aber für die Muskelfaser, ersteres erweckt also die Sensibilität und letzterer die Irritabilität zu kräftigen Reactionen. Daher haben wir in dem Theile unsers Körpers, der mit dem Leiter des Kupferpols berührt wird, eine weit stärkere Empfindung als in dem Theile, der mit dem Leiter des Zinkpols in Verbindung steht, in welchem dagegen heftigere Zusammenziehungen, stärkerer Andrang des Bluts und eine davon herrührende vermehrte Röthe bemerkt wird. Der Galvanismus mufs also als heftiges Reizmittel wirken und ist entweder bei widernatürlich verminderter Empfindlichkeit oder widernatürlich verminderter Reizbarkeit angezeigt. Ist das erstere der Fall, so mufs der Theorie gemäfs, der das Wasserstoff erzeugende Princip ausströmende Kupferpol zunächst auf den leidenden Theil angewandt werden; ist hingegen letzteres der Fall, der das Sauerstoff erzeugende Princip ausströmende Zinkpol. Liegt beides der Krankheit zum Grunde, so müssen beide Pole, jedoch zu verschiedenen Zeiten, angewendet werden. — Sollte nun die hier vorgetragene Theorie richtig seyn, so würde daraus folgen, dafs alle die bisherigen Anwendungsarten der gal-

vanischen Electricität falsch sind, da es jedesmal auf die Natur der zu heilenden Krankheit nothwendig ankommt, ob man den Zinkpol oder den Kupferpol, oder beide zugleich, jedoch zu verschiedenen Zeiten anwenden mufs.

Abbildungen.

Fig. 1. Ein vollständiger voltaischer Electromotor zwischen 4 Glasstäben. a. b.) Die Ausladeplatten. c.) Das Brett zum Aufdrücken und Zusammenhalten der Säule. d. e.) Die Ausladedräthe f.) Die Zersetzungsflasche. g. g.) Conductoren.

Fig. 2. Cruikshanks Trogapparat.

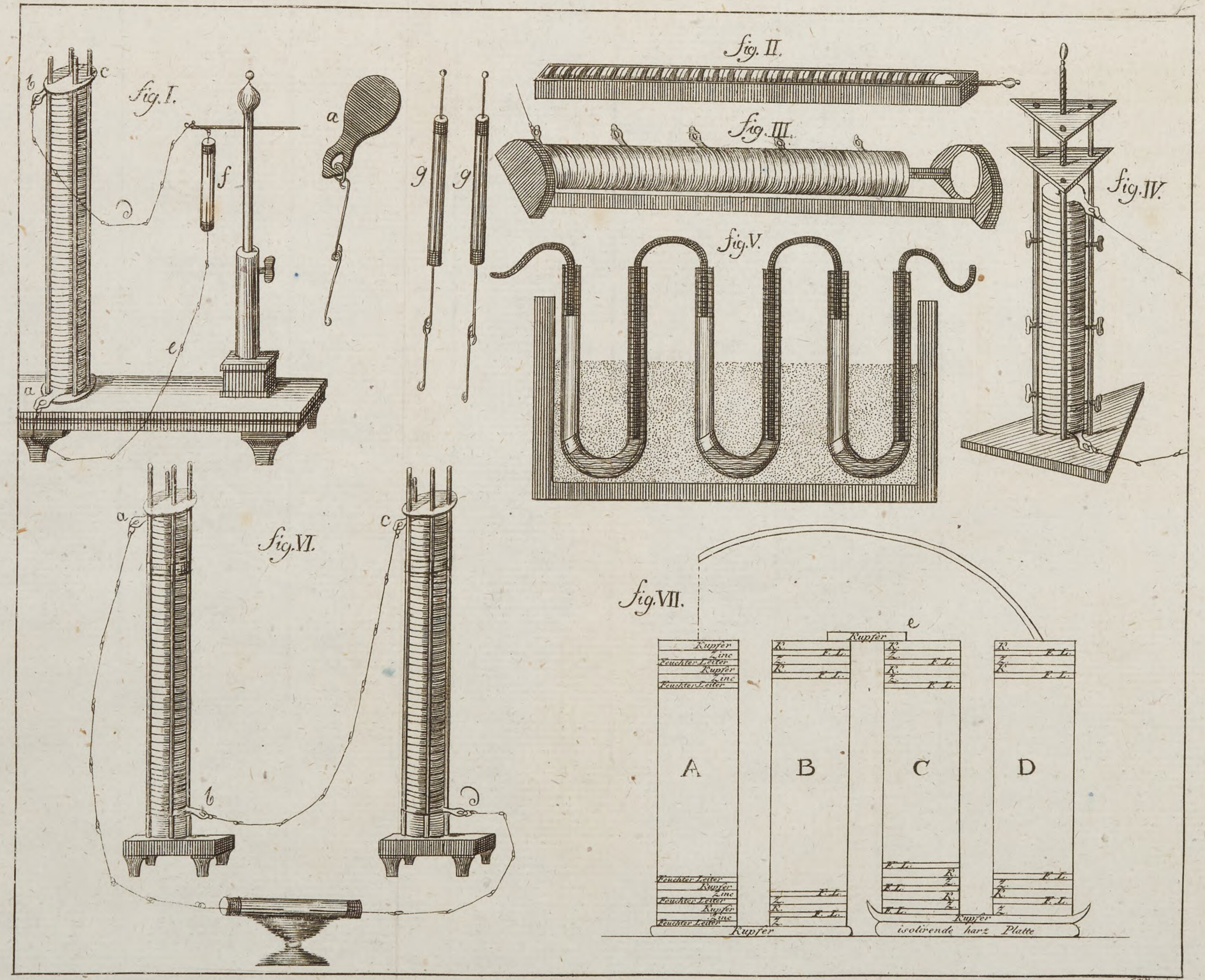
Fig. 3. Helwags liegender Electromotor.

Fig. 4. Gilberts Electromotor mit Schrauben.

Fig. 5. Dr. Oersteds Batterie.

Fig. 6. Zwei mit einander verbundene Electromotoren.

Fig. 7. Van Marums Batterie aus grofsen Platten und mehreren Säulen.



STAATSBIBLIOTHEK
BAMBERG

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Augustin, Friedrich Ludwig,

Versuch einer vollständigen systematischen Geschichte der galvanischen Electricität und ihrer medicinischen Anwendung

Berlin 1803

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.o.112
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763777-2